Este estudo tem uma premissa básica: a ciência e a tecnologia podem desempenhar um papel estratégico no Brasil, dada a necessidade de aumentar a produtividade econômica, combater a pobreza, melhorar a educação e a saúde, impedir a deterioração ambiental e participar mais plenamente de um mundo cada vez mais integrado dos pontos de vista social e econômico.

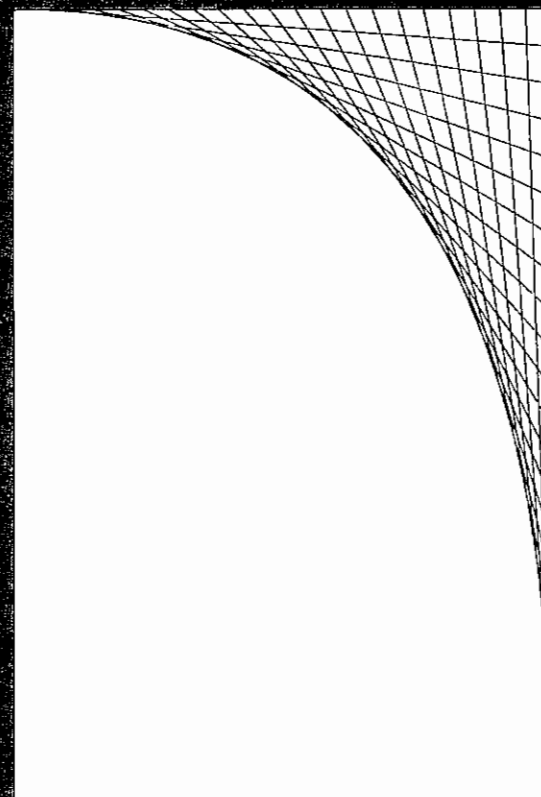
FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
EDITORA

ISBN 85-225-0186-6

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL:

POLÍTICA INDUSTRIAL, MERCADO DE TRABALHO E INSTITUIÇÕES DE APOIO

Simon Schwartzman (coord.)
Carlos Osmar Bertero
Caspar Erich Stemmer
Cláudio de Moura Castro
David Kupfer
Eduardo Augusto Guimarães
Eduardo Krieger
Fabio S. Erber
Fernando Galembeck
João Batista Araújo e Oliveira
Leda U. Amaral
Lia Valls Pereira
Nadya Araujo Castro
Paulo Bastos Tigre
Reinaldo Guimarães
Roberto Vermulm

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
EDITORA

Ciência e Tecnologia no Brasil: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio

Ciência e Tecnologia no Brasil: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio

Volume 2

Simon Schwartzman (coord.)
Carlos Osmar Bertero
Caspar Erich Stemmer
Cláudio de Moura Castro
David Kupfer
Eduardo Augusto Guimarães
Eduardo Krieger
Fabio S. Erber
Fernando Galembeck
João Batista Araújo e Oliveira
Leda U. Amaral
Lia Valls Pereira
Nadya Araujo Castro
Paulo Bastos Tigre
Reinaldo Guimarães
Roberto Vermulm

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
EDITORA

ISBN 85-225-0186-6

Direitos reservados desta edição à Fundação Getulio Vargas
Praia de Botafogo, 190 — 22253-900
CP 62.591 — CEP 22257-970
Rio de Janeiro, RJ — Brasil

Documentos elaborados para o estudo de ciência política realizado pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, para o Ministério da Ciência e Tecnologia, no âmbito do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas nestes artigos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

1ª edição — 1995

Coordenador do projeto: Simon Schwartzman
Edição do texto: Lucia Klein

Divisão de Gestão da Informação — DIGI
Diretor: Moacyr Antonio Fioravante

Editora da Fundação Getulio Vargas

Chefia: Francisco de Castro Azevedo
Coordenação editorial: Cristina Mary Paes da Cunha
Editoria de texto: Clóvis Alberto Mendes de Moraes, Luiz Alberto Monjardim de Calazans Barradas e Maria Lucia Leão Velloso de Magalhães
Editoria de arte: Eliane da Silva Torres, Jayr Ferreira Vaz, Marilza Azevedo Barboza, Osvaldo da Silva e Simone Ranna
Revisão: Aleidis de Beltran e Fatima Caroni
Produção gráfica: Helio Lourenço Netto

Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituição de apoio / Simon Schwartzman (coord.); Eduardo Krieger ... [et al.]. - Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1995.
384p.

1. Ciência e tecnologia — Brasil. 2. Ciência e estado — Brasil. 3. Tecnologia e estado — Brasil. I. Schwartzman, Simon, 1939 —. II. Krieger, Eduardo. III. Fundação Getulio Vargas.

CDD – 607.281

Sumário

Apresentação

Os trabalhos incluídos neste volume foram preparados para o estudo sobre a política de ciência e tecnologia no Brasil, realizado entre 1992 e 1993 pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. Esse estudo foi realizado por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia, dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). Um volume anterior, em inglês,* incluiu o texto de síntese do estudo e uma série de trabalhos que buscavam colocar a ciência e tecnologia brasileira no contexto mais amplo das transformações dessas atividades no mundo contemporâneo. Um terceiro volume deverá incluir uma série de trabalhos sobre setores específicos da atividade de pesquisa científica e tecnológica no Brasil. O estudo foi realizado sob a coordenação geral de Simon Schwartzman (Fundação Getulio Vargas e Universidade de São Paulo) e com a participação de Eduardo Moacyr Krieger (Instituto do Coração e Academia Brasileira de Ciências), Fernando Galembeck (Universidade de Campinas), Eduardo Augusto Guimarães (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Carlos Osmar Bertero (Fundação Getulio Vargas de São Paulo) e José Roberto Ferro (Universidade Federal de São Carlos e Fundação Getulio Vargas de São Paulo).

A suposição básica desse estudo é que a ciência e a tecnologia podem desempenhar um papel estratégico no Brasil, dada a necessidade de melhorar a produtividade da economia, enfrentar os problemas de pobreza, educação, saúde e deterioração ambiental, e participar da maneira mais plena em um mundo cada vez mais integrado social e economicamente. A incorporação do conhecimento técnico no processo produtivo é necessária não somente para garantir a competitividade dos produtos brasileiros nos mercados nacionais e internacionais, mas principalmente para assegurar que os benefícios da atividade econômica sejam apropriados pela população do país. Pobreza, educação, saúde e meio ambiente são problemas de complexidade crescente, que não podem ser equacionados sem o benefício de conhecimentos e inovações técnicas específicas, e uma compreensão aprofundada de suas causas, implicações e conseqüências. Mas a ciência e a tecnologia não consistem, simplesmente, em peças de equipamento, manuais de operação, patentes registradas, livros nas bibliotecas ou programas de computadores. Elas residem, sobretudo, na prática diária das pessoas, como parte de sua educação e experiências de trabalho. Quanto mais essa cultura e essa experiência prática da inovação se difundem pela sociedade, mais as pessoas podem se beneficiar delas. É por isso que nenhuma política de ciência e tecnologia pode ter

* Schwartzman, Simon (coord.). *Science and technology in Brazil: a new policy for a global world.* Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 1995.

sucesso se não fizer parte de um movimento muito mais amplo de expandir, melhorar e consolidar a educação básica e secundária, e de melhorar a competência do sistema produtivo como um todo. Na medida em que a ciência e a tecnologia tragam benefícios para o país, as políticas de ciência e tecnologia encontrarão o respaldo e os recursos que os pesquisadores solicitam.

Essa vinculação estreita entre a atividade de pesquisa e as necessidades no país nem sempre esteve presente, ou nem sempre esteve presente de forma correta, nas políticas de ciência e tecnologia implementadas no país até recentemente. Por um lado, havia, por parte de muitos cientistas, a suposição de que eles deveriam poder escolher seus temas de trabalho com toda a liberdade, acompanhando a expansão sem limites das fronteiras do conhecimento que ocorria em todo o mundo, e serem financiados para isso. Nessa visão, os conhecimentos gerados pelos cientistas terminariam fluindo naturalmente para o resto da sociedade, e os custos da pesquisa científica seriam, ao longo do tempo, mais do que compensados por seus produtos. Ao mesmo tempo, havia em outros setores uma visão fortemente estratégica, segundo a qual ciência e tecnologia deveriam ser planejadas para serem usadas como instrumentos para liberar o país do cerco internacional que impedia seu crescimento, negando ao Brasil o acesso aos conhecimentos de importância estratégica, na área industrial e militar. Para isso, seria necessário concentrar os esforços de pesquisa em alguns grandes projetos, e trabalhar com a abundância de recursos e as proteções típicas da pesquisa de cunho militar. Essa coexistência entre duas visões opostas, uma extremamente liberal, outra extremamente intervencionista, não foi uma peculiaridade brasileira. Foi assim também, mostra Lewis Branscomb, em seu trabalho publicado no volume anterior, nos EUA e nas demais potências ocidentais, onde a ciência básica e "pura" se desenvolveu à sombra dos grandes investimentos da Guerra Fria. O que permitia esse aparente paradoxo era a abundância de recursos, que, também no Brasil por um curto período, permitiu que essas contradições não aflorassem de imediato. Hoje, no Brasil como em todas as partes, os recursos se tornam escassos, as atividades de pesquisa são cada vez mais caras, seu impacto potencial cada vez mais significativo, e o tema da vinculação mais efetiva entre a pesquisa e seu contexto econômico, social e cultural se tornou inevitável. Não se trata de optar por um dos extremos da dicotomia entre o *laissez-faire* total e o planejamento centralizado e intervencionista, mas de encontrar o ponto de equilíbrio em que a liberdade e a autonomia intelectual dos pesquisadores sejam preservadas, as estruturas burocráticas e centralizadas de planejamento sejam simplificadas e a preocupação com os custos e o impacto social e econômico do trabalho dos pesquisadores (suas linhas de trabalho, suas instituições, seus equipamentos, suas prioridades) seja realçada.

É dessa vinculação, em seus diversos aspectos, que trata este volume. Eduardo Augusto Guimarães, Lia Valls Pereira e David Kupfer discutem instrumentos específicos de política industrial; Roberto Vermulm e Paulo Bastos Tigre examinam alguns setores estratégicos da economia brasileira, onde o impacto dos

conhecimentos tecnológicos é mais significativo; Nadya Araujo Castro e Cláudio de Moura Castro e João Batista Araújo e Oliveira examinam o impacto das mudanças tecnológicas no mercado de trabalho e nos sistemas de formação e treinamento de recursos humanos; Reinaldo Guimarães, Caspar Erich Stemmer e Fabio S. Erber e Leda U. Amaral examinam alguns dos principais mecanismos e instituições governamentais criados recentemente para a implementação de políticas de ciência e tecnologia no país. O texto de síntese, inicial, procura dar um quadro consistente do que poderia ser uma política de ciência e tecnologia mais condizente com os tempos atuais.

As idéias expostas nas diversas partes deste volume são de responsabilidade individual dos autores e não representam o ponto de vista oficial do governo brasileiro. O estudo foi desenvolvido com total autonomia e independência. Em março de 1994 a Fundação Getulio Vargas organizou um seminário para discutir os resultados desse e de dois outros estudos de política científica, tecnológica e industrial patrocinados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, e desde então os materiais produzidos por esse projeto estão sendo disseminados em diversas formas para a comunidade interessada.

Rio de Janeiro, julho de 1995.

Ciência e tecnologia no Brasil: uma nova política para um mundo global

*Simon Schwartzman**
*Eduardo Krieger***
*Fernando Galembeck****
*Eduardo Augusto Guimarães*****
*Carlos Osmar Bertero******

Resumo

Introdução

Nos últimos 25 anos, o Brasil empreendeu um esforço muito significativo de desenvolvimento de sua capacidade científica e tecnológica. Mas, desde a última década, este setor vem sendo fortemente afetado por falta de recursos, instabilidade institucional e falta de definição sobre o seu papel na economia, na sociedade e na educação. O setor de ciência e tecnologia do Brasil requer providências urgentes. As transformações recentes da economia mundial tornaram a capacitação nacional em ciência, tecnologia e educação mais importante do que nunca para aumentar a produção, melhorar a qualidade de vida da população e enfrentar os problemas sociais, urbanos e ambientais. As políticas de ciência e tecnologia, entretanto, só são proveitosas quando associadas a políticas coerentes de ajuste econômico e de desenvolvimento industrial e educacional. Além disso, as políticas do governo federal só podem ser efetivas quando combinadas com a participação ativa dos governos estaduais e locais e de setores sociais significativos, como o empresariado, os trabalhadores, os educadores e os cientistas. As propostas apresentadas neste documento não devem portanto ser vistas isoladamente, mas como uma contribuição para um esforço muito mais amplo.

Este estudo foi preparado pela Fundação Getulio Vargas por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Banco Mundial, dentro do acordo que instituiu o II Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). O trabalho foi desenvolvido por um grupo independente de cientistas, economistas e especialistas em política científica no Brasil e no exterior, que

---

* Pesquisador da Fundação Getulio Vargas e presidente do IBGE.
** Presidente da Academia Brasileira de Ciências.
*** Professor titular e diretor do Instituto de Química da Unicamp.
**** Doutor em economia pela Universidade de Londres.
***** Professor de administração da EAESP/FGV.

produziu cerca de 40 trabalhos sobre o contexto internacional, a capacitação do Brasil em ciência e tecnologia, os vínculos entre a ciência e tecnologia e a economia, e as instituições brasileiras de financiamento à ciência e tecnologia. Este documento final é da responsabilidade da equipe coordenadora do projeto e não expressa, necessariamente, as opiniões do governo brasileiro, do Banco Mundial, da Fundação Getulio Vargas e nem dos autores dos estudos específicos.

A principal tese deste documento é que há uma clara necessidade de se sair do modelo anterior de desenvolvimento científico e tecnológico e partir para um equacionamento inteiramente novo e adequado às realidades presentes e futuras. O documento apresenta um sumário sobre como era a política de ciência e tecnologia no Brasil, no passado recente, uma visão geral das transformações mais recentes da ciência e da tecnologia no contexto internacional, e faz uma série de recomendações de políticas futuras. Para implementar estas recomendações, o governo brasileiro deveria constituir um grupo de trabalho de alto nível que, com o apoio do Banco Mundial e de outras fontes, analisasse este e os outros estudos de avaliação que estão sendo concluídos, e propusesse as políticas específicas a serem implementadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e demais agências federais, assim como as que devem ser encaminhadas ao Congresso para serem transformadas em lei. As principais conclusões do estudo estão resumidas a seguir.

Recomendações

Ciência e tecnologia são mais importantes do que nunca, se o Brasil pretende elevar o padrão de vida da população, consolidar uma economia moderna e participar com plenitude em um mundo cada vez mais globalizado. A economia precisa se modernizar e se ajustar a um ambiente internacionalmente competitivo. A educação precisa ser ampliada e aprimorada em todos os níveis. À medida que a economia crescer e novas tecnologias forem introduzidas, novos desafios irão emergir na produção e no uso de energia, no controle do meio ambiente, na saúde pública e na administração de grandes conglomerados urbanos. Mudanças também irão ocorrer na composição da força de trabalho. Será necessária uma alta capacitação nacional para que o país possa participar, em condições de igualdade, das negociações internacionais que podem ter conseqüências econômicas e sociais importantes para o Brasil.

A nova política deve evitar tanto os excessos do *laissez-faire* quanto os do planejamento centralizado. Uma política liberal convencional de desenvolvimento científico e tecnológico não produzirá capacitação na escala e na qualidade necessárias. Projetos tecnológicos de grande porte, altamente sofisticados e concentrados, não terão condições de gerar impactos suficientemente amplos no sistema educacional e industrial. Tentativas de planejar e coordenar centralizadamente todos os campos da ciência e tecnologia correm o risco de expandir burocracias ineficientes e sufocar a iniciativa e a criatividade dos pesquisadores.

A nova política de C&T deve implementar tarefas aparentemente contraditórias: estimular a liberdade, a iniciativa e a criatividade dos pesquisadores e, ao mesmo tempo, estabelecer um forte vínculo entre o que eles fazem e as necessidades da economia, do sistema educacional e da sociedade como um todo. Deve também tornar a C&T brasileira verdadeiramente internacional e fortalecer a capacidade educacional e de ciência e tecnologia interna do país.

Para que tais objetivos sejam cumpridos, recomenda-se:

1. Tecnologia e ciência aplicada

• Redirecionar as políticas tecnológicas do país de acordo com as novas realidades econômicas. No curto prazo, é necessário promover a reorganização e a modernização tecnológicas do setor industrial. Além disso, devem existir políticas permanentes para induzir os segmentos mais dinâmicos do setor produtivo a se manter em processo permanente de inovação e incorporação de novas tecnologias, de modo a acompanhar o ritmo do progresso técnico da economia mundial. Ambas as abordagens requerem, como prioridade principal, a incorporação da tecnologia existente ao processo produtivo.

• Grupos de pesquisa universitários e institutos governamentais devem ser fortemente estimulados a se vincular ao setor produtivo e a se engajar em trabalhos aplicados, sem deixar, contudo, de manter suas atividades acadêmicas e de pesquisa básica de melhor nível. Os recursos para as atividades aplicadas não devem vir do mesmo orçamento que financia as atividades básicas, mas sim de fontes específicas das agências governamentais, de programas especiais, de empresas privadas e fundações independentes. Projetos de pesquisa aplicada devem ser avaliados em termos não só de sua qualidade científica e técnica, mas também de sua viabilidade econômica e relevância econômica e social.

• A composição atual dos investimentos em ciência e tecnologia precisa ser revertida. O setor público não deve continuar arcando com 80%, ou mais, das despesas. É importante notar, porém, que o que se requer é um aumento substancial dos investimentos privados em P&D, e não a redução dos já limitados recursos públicos disponíveis.

• Órgãos governamentais que atuam em áreas que requerem atividades de pesquisa, como saúde, educação, meio ambiente e energia, comunicações e transportes, devem ter recursos para contratar universidades, e os centros de pesquisa, para realizar estudos nas suas áreas de interesse. Essa prática deve prevalecer sobre a tendência desses órgãos de criarem suas próprias instalações de pesquisa. Seus projetos devem ser avaliados, tanto do ponto de vista de sua relevância, quanto de sua qualidade técnica e científica, por sistemas de revisão por pares. Em geral, os institutos,

centros e departamentos de pesquisa de órgãos públicos e empresas estatais devem também ser supervisionados por sistemas de avaliação por pares e levados a competir por recursos de pesquisa fora de suas organizações.

• Os projetos militares ainda vigentes devem passar por avaliação técnica, científica e estratégica, da qual participem consultores científicos do mais alto gabarito, que determinem se devem ser descontinuados, reduzidos ou convertidos em projetos civis.

• Programas de pesquisa em áreas aplicadas, como eletrônica, novos materiais, bioquímica e outras, só devem ser instituídos em associação com parceiros na indústria, que devem estar envolvidos desde o primeiro momento da definição de objetivos e contribuir com sua parcela de recursos. Esses programas devem estar sujeitos a avaliações, externas e periódicas, de sua viabilidade econômica, gerencial e científica.

2. Ciência básica e educação

• O apoio à ciência básica deve ser mantido e ampliado, dando-se especial atenção à qualidade, segundo os padrões aceitos internacionalmente. A ciência acadêmica ou básica, entendida no seu sentido mais amplo, como atividade de pesquisa desinteressada (que não responde a demandas práticas de curto prazo), continua sendo essencial para o Brasil. A informação que ela gera é pública e constitui a principal fonte de aquisição e difusão do conhecimento tácito que permeia todo o campo da ciência, tecnologia e educação. Para um país líder, o investimento pesado em ciência básica pode ser considerado problemático, porque seus resultados podem ser apropriados por outros países e regiões por um custo muito baixo. Por essa mesma razão, o investimento em ciência básica nos países com pequenas comunidades científicas pode ser extremamente produtivo, porque permite acesso ao acervo internacional de conhecimentos, competências e informação.

• A capacitação científica já instalada precisa ser preservada. Muitas das melhores instituições e grupos de pesquisa estão sendo sucateadas pela absoluta falta de recursos. Medidas de emergência precisam ser tomadas para deter esse processo. O governo deve garantir fluxos estáveis e previsíveis de recursos para que suas principais agências de C&T possam manter tanto as suas atividades de rotina, como as de "balcão", que apóiam pesquisas segundo avaliação por pares. Além disso, as instituições de pesquisa mais qualificadas devem ter condições de reter seus melhores pesquisadores e não interromper seu trabalho por falta de condições mínimas de funcionamento. O principal mecanismo para preservar a capacitação científica existente deve ser a implementação da proposta de criação de

uma rede de laboratórios associados pela qual cerca de 200 grupos de pesquisa, selecionados segundo regras explícitas de avaliação de qualidade, passariam a contar com uma linha de financiamento estável. O custo estimado de manutenção desta rede é de cerca de US$200 milhões por ano (ou US$40 mil por pesquisador), sendo que uma quantia equivalente precisa ser gasta na recuperação da infra-estrutura e dos equipamentos básicos desses laboratórios.

• Instituições de pesquisa, especialmente as universitárias, devem desempenhar um papel muito mais ativo no ensino técnico e de formação profissional, não só através do ensino, mas também de seu envolvimento direto na produção de livros-textos de boa qualidade, do desenvolvimento de currículos e de novos métodos de ensino e de educação continuada. É importante que se instituam formas de se tornar estas atividades mais recompensadoras e prestigiadas.

3. Cooperação internacional

A globalização requer um profundo reexame do antigo dilema que opunha a auto-suficiência científica e tecnológica à internacionalização. Esses dois aspectos não podem ser vistos como contraditórios, mas sim como complementares. O Brasil tem muito a ganhar com o aumento de sua capacidade de participar plenamente, como um parceiro respeitado e competente, da comunidade científica e tecnológica internacional. Para alcançar tais objetivos, as seguintes políticas devem ser implementadas:

• O sistema de concessão de bolsas no exterior da Capes e do CNPq precisa ser revisto. Devem ser concedidas bolsas apenas aos estudantes que apresentem alto desempenho acadêmico, que estejam indo para instituições de primeira linha e que ofereçam a clara perspectiva de retorno para trabalho produtivo no Brasil. As bolsas de doutorado devem ser complementadas por bolsas *sandwich*, para que os estudantes façam estágios de pesquisa no exterior, e por outras modalidades de apoio de curto prazo para períodos de treinamento em laboratórios e empresas. A existência no país de programas de doutorado de bom nível em uma dada área do conhecimento não elimina a necessidade de se manter um fluxo permanente de estudantes nas melhores universidades estrangeiras.

• Linhas de apoio devem também existir para programas de pós-doutoramento, no país e no exterior, e para trazer cientistas de qualidade de outros países para períodos extensos, ou em caráter permanente, para as universidades e instituições de pesquisa brasileiras.

• Os canais de cooperação internacional entre o Brasil, as instituições e agências internacionais e a comunidade científica internacional devem ser mantidos e ampliados. O Banco Mundial, o Banco Interamericano de Desenvolvimento e o Programa

das Nações Unidas para o Desenvolvimento já vêm desempenhando um papel importante ao prover recursos para investimentos de capital e financiar a pesquisa e o desenvolvimento institucional de instituições brasileiras. Essa presença deve ser mantida não só por causa dos recursos envolvidos, mas pelo que ela proporciona em termos de capacitação e de perspectivas internacionais. No futuro, essas agências podem ser de grande ajuda em um processo de reforma institucional. Em geral, a cooperação entre cientistas, instituições de pesquisa e fundações privadas em diferentes países deve ser estabelecida diretamente pelas partes, e precisa do apoio (mas não da interferência) das agências governamentais.

• A questão do protecionismo *versus* competitividade de mercado no desenvolvimento científico e tecnológico precisa ser tratada a partir de uma perspectiva pragmática e não ideológica. Nenhum país deve renunciar a seus instrumentos de política tecnológica e industrial; isto é, ao uso de incentivos fiscais, proteção tarifária, legislação sobre patentes, políticas de compras governamentais e investimentos de longo prazo em projetos tecnológicos em parceria com o setor privado. Uma legislação adequada sobre patentes e propriedade intelectual deve ser instituída, a partir da compreensão de que ela é essencial para normalizar as relações do Brasil com os países industrializados.

4. Disseminação da informação e do conhecimento

Modos novos e sistemáticos de incorporação da tecnologia no processo industrial precisam ser desenvolvidos, com uma forte ênfase no desenvolvimento e na disseminação de normas e especificações, de informação e mecanismos de transferência tecnológica e de melhoria da qualidade. É necessário que se monte uma infra-estrutura de conhecimento e informação bem organizada e financiada, para assegurar aos cientistas o acesso direto às bibliotecas e coleções de dados no país e no exterior, fazendo uso dos recursos mais recentes de comunicação eletrônica e redes. É necessário tornar estas conexões mais facilmente utilizáveis, mais transparentes e de uso mais efetivo para o pesquisador individual, criando-se os meios para trazer dados e documentos para sua mesa de trabalho. O papel do Instituto Brasileiro para a Informação Científica e Tecnológica (Ibict) do CNPq deve ser reexaminado à luz das novas tecnologias já desenvolvidas em outras instituições do país e do exterior.

5. Reforma institucional

• O Ministério da Ciência e Tecnologia deve limitar o seu papel às matérias de formulação de políticas e avaliação, excluindo de sua administração direta a implementação de atividades de P&D. Embora não haja dúvida de que uma posição de nível ministerial seja necessária para a área de ciência e tecnologia, a existência de um

ministério formalmente constituído, com todos os seus custos institucionais e vulnerabilidade ao clientelismo político, é uma questão que merece ser reexaminada.

• O atual sistema de instituições federais para o financiamento da ciência e tecnologia deve ser avaliado em termos de sua capacidade de exercer as funções de que o setor necessita: apoio à ciência básica, apoio a projetos aplicados, concessão de grandes e pequenos recursos para pesquisa, bolsas e programas de treinamento, informação científica e normatização, entre outras. O Brasil precisa de uma agência federal para prover financiamentos de grande porte e de longo prazo a instituições e projetos cooperativos, um papel que foi cumprido no passado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e administrado pela Finep. Se tais recursos devem voltar a ser administrados pela Finep, pelo CNPq ou por uma nova agência, é uma questão que deve ser examinada como parte de uma revisão mais ampla dos papéis, áreas de jurisdição e competência das agências existentes.

• As agências de financiamento devem ser organizadas como empresas públicas, livres de formalismos e entraves burocráticos. Elas devem ser sujeitas a limitações explícitas quanto ao percentual de seus recursos que pode ser gasto com administração interna e devem também ser supervisionadas por conselhos de alto nível, compostos de representantes da comunidade científica, educadores, empresários e autoridades governamentais. Devem, por fim, basear suas decisões em avaliações externas e limitar suas burocracias ao mínimo indispensável.

• As instituições de pesquisa e as universidades públicas não devem ser administradas como parte da burocracia governamental. Elas precisam dispor da flexibilidade necessária para definir suas prioridades, buscar recursos em diferentes fontes públicas e privadas e adotar suas próprias políticas de pessoal.

• Nenhuma instituição científica que receba recursos públicos, assim como nenhum programa governamental que ofereça bolsas, apoio institucional e outros recursos para o setor de C&T, deve ser isenta de sistemas transparentes de avaliação por pares, combinados, quando necessário, com outros tipos de avaliações quanto à viabilidade e à relevância econômica, tecnológica ou estratégica de suas atividades. A avaliação por pares deve ser fortalecida pelo governo federal, tornada mais imune a pressões de grupos de interesse regionais e profissionais, e adquirir uma forte dimensão internacional (por exemplo, pode-se facilmente distribuir projetos de pesquisa a pareceristas estrangeiros pelo correio eletrônico).

6. Projetos dirigidos

As amplas mudanças sugeridas neste documento não excluem a adoção de projetos bem-delineados que articulem a ciência e a tecnologia com o setor produ-

tivo, que busquem o fortalecimento de algumas áreas ou de algumas linhas de trabalho específicas das ciências naturais e sociais, ou o desenvolvimento de instrumentos de difusão e formação em C&T, entre outros objetivos. Seria útil a elaboração de uma lista das principais áreas de capacitação e relevância social já consolidadas no país, e usá-la como base para investimentos futuros. Igualmente importante é a identificação das áreas que deveriam ser desativadas ou reduzidas, e daquelas onde há fragilidades e lacunas que precisam de apoio para ser superadas.

1. Ciência e tecnologia no Brasil

Nos últimos 25 anos, o Brasil desenvolveu o maior sistema de C&T da América Latina, um dos mais significativos entre os países semi-industrializados. Há cerca de 15 mil cientistas e pesquisadores ativos no país, e cerca de mil programas de pós-graduação cobrindo a maioria das áreas do conhecimento.[1] Bolsas de estudos mantêm alguns milhares de estudantes nas melhores universidades da América do Norte e da Europa, e o número de artigos científicos publicados em periódicos internacionais é o mais alto da região. A pesquisa é desenvolvida nas principais universidades, como na Universidade de São Paulo, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Universidade de Campinas e na Escola Paulista de Medicina; nos institutos de pesquisa vinculados ao Ministério da Ciência e Tecnologia, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e o Instituto Nacional de Tecnologia; nos institutos de pesquisa do Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Centro de Tecnologia Mineral, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Observatório Nacional, Laboratório Nacional de Astrofísica, Laboratório Nacional de Computação Científica, Museu Paraense Emílio Goeldi, Laboratório Nacional de Luz Síncrotron); na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), do Ministério da Agricultura; na Fundação Instituto Oswaldo Cruz, do Ministério da Saúde; nos centros de pesquisa das maiores empresas estatais, como Petrobras, Telebrás, Eletrobrás e Embraer; em institutos de pesquisa estaduais, especialmente em São Paulo, como o Instituto Butantã, o Instituto Biológico e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas; e ainda em algumas das maiores empresas privadas, como Aracruz Celulose, Itautec, Aço Villares, Metal Leve, Elebra e outras.

[1] Este dado depende da definição do que seja um "pesquisador". O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) registrou 52.863 pesquisadores em 1985, para uma população de cerca de 3,5 milhões de pessoas com diploma de nível superior. Destes, somente 21,7%, ou cerca de 11 mil, tinham doutorados completos. O censo educacional de 1991 indicava a existência de 147 mil professores universitários no Brasil, 18 mil dos quais, ou 12%, com doutorado, nem todos, evidentemente, envolvidos em pesquisa. Esse número de cerca de 15 mil é também consistente com o número de projetos de pesquisa apresentados ao CNPq e Fapesp por ano (Brisolla, 1993; Martins & Queiroz, 1987; Schwartzman & Balbachevsky, 1992). Quanto aos cursos de pós-graduação, a contagem varia, se consideramos as habilitações oferecidas ou o número de cursos propriamente ditos.

A maior parte da pesquisa no Brasil se dá nas universidades. Existem cerca de 1,5 milhão de estudantes matriculados em cursos de graduação, 30 mil em programas de mestrado e 10 mil de doutorado. Cerca de 1/3 dos cursos de graduação e a maioria dos de pós-graduação são oferecidos por universidades públicas e gratuitas. O restante — cerca de 1 milhão de estudantes — freqüenta instituições privadas que, salvo algumas exceções, não oferecem pós-graduação, nem desenvolvem pesquisa. O governo federal gastou cerca de US$3,4 bilhões em ensino superior em 1990,[2] e o governo de São Paulo, cerca de 871 milhões com suas três universidades (Goldemberg, 1993b; Durham, 1993; Campanário & Serra, 1993). O custo bruto *per capita* dos estudantes das universidades públicas está entre US$5 e 8 mil por ano, sendo que a maior parcela destes recursos é gasta com salários e manutenção de hospitais.[3] Para pesquisar, os professores universitários precisam se candidatar a financiamentos oferecidos por agências governamentais e fundações privadas nacionais e internacionais, ou engajar-se em projetos contratados por órgãos governamentais, empresas estatais e, em menor medida, instituições privadas.

O desenvolvimento dessas atividades foi acompanhado pela montagem de um sistema complexo de instituições, que é atualmente liderado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). O MCT é formalmente responsável pela coordenação da política de C&T em todas as áreas, diretamente ou através de agências como o Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Além disso, tanto o ministério como o CNPq possuem institutos de pesquisa sob sua jurisdição. O Ministério da Educação tem uma agência especializada no financiamento da pós-graduação no país e no exterior, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). A maioria dos estados possui secretarias de ciência e tecnologia e legislação assegurando recursos para a pesquisa e criando agências especializadas de apoio à pesquisa. A maior e mais antiga dessas agências estaduais, a Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp), recebe cerca de 1% da arrecadação estadual — o que em 1992 significou US$70 milhões — e dispõe ainda dos rendimentos financeiros da aplicação de seu patrimônio. Existem 10 agências similares à Fapesp em outros estados. Elas deveriam receber entre US$180 e 320 milhões por ano (incluindo-se aí a Fapesp) de acordo com as legislações específicas, mas recebem muito menos.[4] Existe uma rede bastante

[2] Esse número é apenas uma estimativa aproximada, já que a inflação e as flutuações das taxas de câmbio não permitem um dado mais preciso.

[3] Para diferentes perspectivas sobre o custo dos estudantes, ver Paul & Wolynec, 1990, e Gaetani & Schwartzman, 1991. A estimativa é que os hospitais universitários absorvem cerca de 10% dos orçamentos universitários, além de receberem recursos de outras fontes.

[4] A estimativa feita pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) é que em 1991 os estados deveriam ter destinado US$317 milhões para atividades de pesquisa, mas só concederam US$84 milhões. Os dados para 1992 eram US$182 e 82 milhões, respectivamente. Setenta por cento do total gasto pelos estados em pesquisa vieram da Fapesp (Brisolla, 1993).

extensa de sociedades profissionais e científicas que publica cerca de 400 revistas, organiza conferências e articula a defesa de seus interesses e perspectivas. Recentemente foi criada uma associação de centros de pesquisa industrial de empresas privadas. Quanto aos recursos utilizados, os dados financeiros não são muito confiáveis, porque não há uma definição clara acerca do que os números sobre as despesas públicas com ciência e tecnologia realmente significam. Podem estar representando despesas administrativas e financeiras, e não as despesas estritamente feitas com ciência e tecnologia, e podem estar distorcidos pelas variações da inflação. Quanto aos gastos do setor privado, não há informações sistemáticas e consistentes. As estimativas são de que de 1981 a 1989 o Brasil gastou entre US$2 e 3 bilhões por ano com atividades de ciência e tecnologia, o que representa entre 0,6 e 0,8% do PIB. A participação do setor privado nesse dispêndio foi de apenas 0,6% e a das empresas estatais se situou em torno de 10% (Brisolla, 1993; Coutinho & Suzigan, no prelo; Wolff, 1991). Esses recursos têm sido sujeitos a altos níveis de instabilidade nos últimos anos e a um contexto de estagnação econômica e de quase hiperinflação.

Tabela 1

Brasil, despesa com ciência e tecnologia e produto interno bruto, 1980-90
(Em US$ milhões de 1991)[1]

Anos	I. Orçamento federal[2]	II. Orçamentos estaduais[2]	III. Despesas governamentais (I + II)	IV. Despesas do setor produtivo	V. Dispêndio nacional (III + IV)	VI. Dispêndio nacional (% do PIB)	VII. Produto interno bruto (PIB)[3]
1980	824,5	496,8	1.321,4	330,3	1.651,7	0,43	386.863,3
1981	1.519,6	672,4	2.192,0	548,0	2.740,0	0,74	370.279,2
1982	1.863,3	654,6	2.517,9	629,5	3.147,3	0,85	372.122,9
1983	1.475,4	462,6	1.938,0	484,5	2.422,4	0,67	359.727,6
1984	1.426,9	500,7	1.927,6	481,9	2.409,5	0,64	378.422,2
1985	1.953,9	501,9	2.455,8	613,9	3.069,7	0,75	408.151,6
1986	2.288,6	651,3	2.939,9	735,0	3.674,9	0,84	439.451,0
1987	2.556,1	466,9	3.023,0	755,7	3.778,7	0,83	455.424,2
1988	2.506,4	396,7	2.903,1	725,8	3.628,9	0,80	454.918,0
1989	2.147,1	512,5	2.659,6	664,9	3.324,5	0,71	469.663,5
1990	1.679,0	672,2	2.351,2	587,8	2.938,9	0,72	406.906,4

Fonte: Brisolla, 1993. Dados do MCT-CNPq/DAD/SUP/COOE.
[1] Deflacionado segundo o índice geral de preços da Fundação Getulio Vargas (IGP-DI/FGV) e convertido em US$ segundo a taxa de câmbio média para 1991.
[2] Despesas correntes.
[3] Corrigido pela inflação e convertido em US$ segundo a taxa média de 1991.

Por mais significativos que sejam os resultados alcançados, o Brasil continua sendo um participante menor na comunidade científica internacional (quadro 1). A percentagem de artigos de pesquisadores brasileiros na literatura científica internacional é ainda inferior a 1%. Em 1992, o Brasil era o 20º país em volume de publicações científicas, vindo logo atrás da China, Bélgica e Dinamarca, e logo à frente da Polônia, Finlândia, Áustria, Noruega, Taiwan e Coréia (Castro,1986; Schott,1993). Os vínculos entre a pesquisa científica e o setor produtivo são tênues, e seu impacto sobre a qualidade do ensino técnico e de graduação é limitado, com raras exceções.

Quadro 1

A ciência brasileira no contexto mundial

O Brasil é um país pequeno, cientificamente falando, que desenvolve menos de 1% da pesquisa científica realizada no mundo e, por conseguinte, recebe também menos de 1% das citações feitas na literatura internacional. Nenhum cientista brasileiro figura entre os cerca de 3 mil mencionados como "principais contribuidores" ou "significativamente influentes" em um *survey* de cientistas realizado fora do país. A pesquisa brasileira corresponde a pouco menos da metade da que é produzida no resto da América Latina e a cerca de 1/3 da que é produzida em Israel, cujo desempenho científico foi considerado alto, segundo a freqüência com que os israelenses foram mencionados como "grandes contribuidores" e "muito influentes". A economia e a população brasileiras têm, *grosso modo*, a metade do tamanho da latino-americana, assim como a ciência que produz. Mas o Brasil tem uma ordem de magnitude muito maior do que Israel em termos de economia e, mais ainda, de população. Mesmo assim, seu desempenho em pesquisa é, de longe, muito inferior ao de Israel. Isso mostra que o desempenho científico de um país não reflete o tamanho de sua economia e população (há uma correlação muito fraca com população e uma correlação um pouco menos fraca com economia). Essas diferenças de desempenho científico parecem refletir diferenças na institucionalização da ciência.

Thomas Schott, 1993.

2. Antecedentes

O começo: o desenvolvimento de C&T num período de expansão

Algumas das instituições científicas brasileiras datam do século XIX e o Conselho Nacional de Pesquisas, do início dos anos 50. Entretanto, a maior parte do atual sistema de C&T foi criada durante o regime militar, entre 1968 e 1980 (Schwartzman, 1991). Três fatores contribuíram para essa rápida expansão: a

preocupação de algumas autoridades civis e militares com a necessidade de se criar capacitação em C&T no país, como parte de um projeto maior de desenvolvimento e auto-suficiência nacional; o apoio que essa política recebeu da comunidade científica, apesar dos conflitos já criados (e, freqüentemente, ainda em vigência) com o governo militar; e a expansão econômica, que alcançava taxas de crescimento entre 7 a 10% ao ano. Outros dois elementos importantes foram a melhoria da capacidade do governo de implementar políticas através do estabelecimento de agências pequenas e independentes da burocracia federal, e o fato de contar com uma base de arrecadação fiscal em expansão.

As políticas destes últimos 25 anos podem ser entendidas como desdobramentos das mudanças ocorridas na sociedade e na economia brasileiras nas décadas anteriores. Entre 1950 e 1980, o Brasil passou da condição de uma sociedade agrária para a de uma sociedade altamente urbanizada, mas com altos níveis de desigualdade econômica e social entre regiões e grupos sociais. O emprego no setor primário caiu de 59,9% da população ativa para 29,9% nesses 30 anos, enquanto que na indústria subiu de 14,2% para 24,4% e, no setor terciário, de 25,9% para 45,7% (Faria, 1986). O setor industrial se desenvolveu sob a proteção de barreiras tarifárias e não-tarifárias, que resguardaram as empresas nacionais, multinacionais e estatais da competição internacional. Por volta de 1970, a indústria brasileira atendia a maior parte da demanda por bens de consumo do mercado interno, e dependia apenas da importação de máquinas-ferramentas sofisticadas, insumos químicos, petróleo e produtos eletrônicos. Em 1968 o governo militar instituiu um Programa Estratégico de Desenvolvimento, com o objetivo de superar essas limitações. O país deveria montar sua própria indústria básica, desenvolver suas próprias fontes de energia e absorver os mais recentes avanços da ciência e tecnologia. A partir do II Plano Nacional de Desenvolvimento, empresas estatais foram criadas ou ampliadas, subsídios foram oferecidos para o setor privado e barreiras protecionistas foram erguidas para proteger as indústrias nacionais emergentes. A ciência e a tecnologia eram consideradas ingredientes centrais dessa estratégia, e receberam um apoio sem precedentes.

Esse projeto ambicioso de auto-suficiência científica, tecnológica e industrial, entretanto, não obteve uma resposta significativa do setor produtivo privado como um todo, e acabou confinado a alguns segmentos da burocracia estatal e à comunidade científica. Para a maioria das empresas, inclusive para as grandes empresas estatais, a origem da tecnologia empregada em suas atividades importava menos do que o seu custo e confiabilidade. Restrições à entrada de capital e tecnologia estrangeiros — como ocorreu com o setor de informática nos anos 80 — eram vistas como um fardo e um entrave inaceitáveis. Essa dificuldade se acentuou pela falta de conhecimento sobre quais mecanismos e políticas seriam eficazes para promover inovação tecnológica no setor produtivo. A necessidade de fortalecer a infra-estrutura tecnológica do país — como a oferta de serviços tecnológicos básicos de metrologia, normatização, controle e certificação de qualidade — só mereceu atenção secundária, pelo menos até o final dos anos 70.

Principais iniciativas

As principais iniciativas deste período foram as seguintes:

• a Reforma Universitária de 1968, que adotou o sistema norte-americano de pós-graduação, a organização das universidades em institutos e departamentos e o sistema de créditos;

• a vinculação da ciência e tecnologia à área econômica federal, possibilitando um fluxo de recursos para o setor muito maior do que no passado;

• a criação de uma nova agência federal para C&T dentro do Ministério do Planejamento, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), para administrar com autonomia e flexibilidade parte substancial das várias centenas de milhões de dólares destinados anualmente à C&T;

• a instalação de alguns centros de P&D de grande porte, como a Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe) e a Universidade de Campinas, direcionados para o desenvolvimento de pesquisa tecnológica e a formação pós-graduada em engenharia e ciências;

• o início de vários programas de pesquisa militar, tais como o programa espacial e o programa nuclear paralelo;

• o Acordo Brasil-Alemanha de cooperação em energia nuclear, para desenvolver capacitação em construção de reatores nucleares baseados em combustíveis processados no país;

• a implementação da política de reserva de mercado para a indústria de computadores, telecomunicações e microeletrônica, associada ao fomento de uma indústria privada nacional neste setor;

• o esforço continuado de planejar e coordenar o desenvolvimento da C&T através da formulação de sucessivos planos básicos de desenvolvimento científico e tecnológico (PBDCT);

• o estabelecimento de centros de P&D nas principais empresas estatais, que buscaram não só realizar pesquisas na fronteira tecnológica, como também desenvolver e especificar padrões de fabricação industrial e transferir as tecnologias desenvolvidas para seus principais fornecedores;

• o fortalecimento e a expansão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), do Ministério da Agricultura; e

• a consolidação dos procedimentos de avaliação por pares em algumas das principais agências de gestão de C&T e da pós-graduação: no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes) e na Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp). No entanto, as decisões sobre alocações mais significativas de recursos no CNPq (como a distribuição de recursos entre as diferentes áreas de conhecimento, ou atribuídas a projetos especiais e de fomento) continuaram sendo feitas administrativamente. Além disso, a principal agência federal de fomento à C&T nos anos 70 e 80, a Finep, nunca chegou a institucionalizar o sistema de avaliação por pares, muito embora recorra normalmente a consultores externos.

A crise dos anos 80 e 90

O fato de esta política ter mostrado resultados na promoção do desenvolvimento científico do país não significa que ela não apresentasse problemas. É possível apontar uma série de fragilidades e lacunas. Os laços entre o sistema de C&T e o setor produtivo permaneceram tênues, pela falta de demanda por tecnologias avançadas — em decorrência do ambiente protecionista e calcado na abundância de mão-de-obra e recursos naturais baratos. As únicas exceções significativas ocorreram na agricultura, que se modernizou para a exportação, beneficiando-se de pesquisas que resultaram na introdução de novas variedades, no controle de pragas e na fixação biológica do nitrogênio, alcançando ganhos de produtividade muito significativos (Malavolta, 1986); nos setores ligados às grandes empresas estatais, como os das indústrias de telecomunicações, energia e química; na produção de equipamentos militares; e na indústria de informática, com a tentativa de vincular a pesquisa a uma indústria emergente de microcomputadores para o mercado interno (Lucena, 1993; Tigre, 1993). Nas universidades, os novos programas de pós-graduação e pesquisa permaneceram freqüentemente isolados do ensino de graduação e da formação de professores para o ensino médio e básico. A qualidade das instituições científicas que foram criadas e se expandiram nos anos 70 nem sempre foi adequada, e mecanismos de controle de qualidade, como os de avaliação por pares, nem sempre prevaleceram.

• A partir de 1980, o sistema de ciência e tecnologia entra num período de grande instabilidade, caracterizado por turbulências nas instituições de gestão, acentuadas pela crescente burocratização e incerteza quanto às suas dotações orçamentárias. A evolução dos gastos nacionais com C&T na década de 80, ilustrada na tabela 1, seguiu duas parábolas. Os gastos crescem nos primeiros anos, caem em 1983 e 1984, sobem novamente na breve expansão econômica que acompanhou o Plano Cruzado em 1985 e 1986, caem rapidamente quando a inflação volta a subir de novo em 1988 e atingem seu nível mais baixo em 1991 e 1992 (Brisolla, 1993). Em 1985, os recursos do Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), administrado pela Finep, não passavam de 1/4 do valor que tiveram em

1979. A instabilidade e a incerteza não estavam apenas associadas à recessão econômica, mas também à multiplicação dos atores e das arenas de competição por recursos públicos, e também ao crescimento do clientelismo político (Botelho, 1990, 1992) (quadro 2). O setor de C&T tornou-se um entre os muitos grupos de interesse que pressionavam por mais recursos. Conseguiu eventualmente sucessos parciais, mas perdia terreno no longo prazo. O mesmo padrão se repetia no sistema universitário, especialmente na rede federal. A crescente sindicalização do pessoal acadêmico e administrativo permitiu ganhos salariais significativos, benefícios empregatícios e maior participação na administração das universidades, mas restringiu a capacidade dessas instituições de buscar melhorar a qualidade de seus serviços e fazer uso mais efetivo de seus recursos.

Quadro 2

O que os dados globais não mostram

Entre 1985 e 1988 observa-se que a rubrica do orçamento do Tesouro correspondente a Despesas Administrativas Gerais (DAG) pulou de 4,7 para 10,4% do total das Despesas Totais de Ciência e Tecnologia (DTCT). Esse aumento reflete, por um lado, o clientelismo generalizado que se instala na burocracia brasileira em torno das eleições de 1986. Por outro lado, a Comissão Nacional de Energia Nuclear representa sozinha 25% do valor dessa rubrica, forma encontrada para financiar gastos discricionários do programa nuclear brasileiro. Ademais, se adicionarmos a este valor as despesas com participação acionária de empresas estatais de 1988 (principalmente o resgate financeiro da Nuclebrás), e outras categorias marginais à atividade de pesquisa e treinamento em sentido estrito (infra-estrutura de aeroportos, dívida etc.), encontramos um valor que representa quase 1/3 do Orçamento do Tesouro para a Ciência e Tecnologia (OTCT). Essa burocratização da ciência se reflete também no fato de nesse ano acerca de 25% do orçamento do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) terem sido consumidos em despesas administrativas, a maior parcela em sua administração central (excluindo instituições supervisionadas como o Instituto de Pesquisas Espaciais). O restante das despesas orçamentárias do MCT em 1988 se repartiu em pesquisa aplicada (33%), pesquisa básica (7,7%), pós-graduação (8,6%) e bolsas (6,5%). As despesas do complexo militar abocanharam parcela importante na rubrica despesas com pesquisa aplicada. O antigo Conselho de Segurança Nacional representava 12%, o Estado-Maior das Forças Armadas, cerca de 8%, e o Ministério da Marinha, 5%. No mesmo período, as despesas com ciência e tecnologia do Ministério da Aeronáutica eram classificadas como pesquisa básica, representando 1/3 do total desta rubrica.

Botelho, 1990, 1992.

O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT I em 1985, seguido pelo PADCT II em 1990), apoiado pelo Banco Mundial, foi concebido no início dos anos 80, quando o pleno alcance da crise ainda não havia se tornado claro. O programa deveria melhorar a capacidade decisória do governo e fortalecer a P&D em biotecnologia, química e engenharia química, ciências da terra e tecnologia mineral, instrumentação, meio ambiente e ensino de ciência. Na prática, ao invés de se constituir numa base adicional de recursos, o PADCT acabou se tornando, freqüentemente, a única fonte de recursos públicos nessas áreas prioritárias (Stemmer, 1993). Ao invés de melhorar a capacidade decisória e de gestão, ele pode ter tido o efeito inverso, ao criar mais uma instância burocrática além das já existentes. Ao contrário do que alguns defendem, o PADCT não introduziu a "avaliação por pares" no Brasil. Esta existe desde os anos 50. Entretanto, ele pode tê-la reforçado, uma vez que os seus projetos eram mais substanciais e passavam em geral por análises e avaliações mais detalhadas do que as feitas normalmente pelo CNPq.

No início dos anos 90, houve uma tentativa de tornar a ciência e tecnologia mais relevante e diretamente voltada para a melhoria da competitividade industrial, em um contexto internacional caracterizado por mercados cada vez mais competitivos, e com grande participação de indústrias científica e tecnologicamente intensivas (Guimarães, E., 1992). Alguns aspectos dessa política podem ser relacionados:

- a gradual eliminação da reserva de mercado para computadores, telecomunicações e microeletrônica;
- a transformação da Finep numa agência quase que exclusivamente voltada para o financiamento de tecnologia industrial, e a redução gradual do FNDCT, seu principal instrumento de apoio à pesquisa básica e acadêmica;
- o crescente apoio e incentivo à criação de parques tecnológicos nas imediações das principais universidades;
- o congelamento ou a redução dos grandes projetos de P&D governamentais, assim como dos programas nuclear e de aviação militar; e
- a preocupação crescente com a autonomia gerencial e a responsabilidade social e econômica das universidades, de um lado, e com a criação de regras transparentes de financiamento desse setor, de outro.

Dada a persistência da estagnação econômica e da instabilidade política, essa nova tendência não pôde ser plenamente implementada e nem mostrar seus resultados. O esvaziamento do FNDCT privou muitas instituições de pesquisa do apoio institucional e da possibilidade de trabalhar adequadamente e reter seus melhores quadros. As universidades vêm sofrendo com as limitações orçamentárias, o aumento do peso dos salários e a ausência de incentivos ao desempenho e à eficiência (Schwartzman, J.,

1993). Um dado positivo desse período foi a concessão de um percentual fixo da arrecadação fiscal do governo de São Paulo para as universidades estaduais, e a crescente autonomia com que elas vêm gerenciando seus recursos. Em vários pontos do país, como no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (quadro 3), a crise tem levado a novas experiências de parceria entre departamentos universitários, governos locais e estrangeiros, administrações municipais e estaduais, empresas e outros patrocinadores privados para o desenvolvimento de atividades de P&D, capacitação do setor produtivo e criação de empresas de alta tecnologia (incubadoras), entre outros objetivos.

Quadro 3

Cooperação entre universidade e indústria: o Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina

O Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina atua em três áreas estratégicas — mecânica fina, novos materiais e automação industrial e controle de qualidade. Desenvolve um programa de atendimento à pequena e média indústria, financiado pela Geselschaft für Technische Zusammarbeit da Alemanha, em convênio com o Programa de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas do MCT, e coopera com a Secretaria de Agricultura do estado no desenvolvimento de protótipos de máquinas agrícolas para o pequeno fabricante e agricultor, e no de desenvolvimento de tecnologias agrícolas conservacionistas, no que é também apoiado pelo Banco Mundial.

O departamento mantém contratos de pesquisa e desenvolvimento, de mais de 10 anos de duração, com a Embraco, Portobello, Pirelli, Weg, Mannesmann-Demaq, Braun-Boweri, Volvo, Bosch, Eletrosul, Copesp, Cnem e CTA. Contratos de pesquisas respondem por mais de 90% do seu orçamento de pesquisa. As propostas de contratos são avaliadas e taxadas pela Câmara de Extensão, segundo o interesse técnico que apresentem, e estes recursos alimentam um fundo de bolsas de iniciação científica que, em 1991, ofereceu 234 bolsas.

Em 1984, o departamento criou a Fundação Centro Regional de Tecnologia em Informática (Certi) e, em 1991, assumiu a gerência do projeto Tecnópolis. Ambas as iniciativas contam com recursos da Federação das Indústrias do Estado, da administração estadual e das prefeituras da Grande Florianópolis. Desde 1987, o Certi mantém incubadora que já constituiu seis empresas e abriga outras 15. O Banco de Desenvolvimento de Santa Catarina abriu linha de crédito específica e responde pela comercialização e financiamento das áreas da Tecnópolis. O Programa de Crédito a Empresas de Base Tecnológica (Propec) financia capital de giro, despesas com estruturação da área comercial e compra de equipamentos. Isenção total ou parcial de ICMS, além de facilidades no IPTU e ISS, é também oferecida.

Baseado em M. Helena de Magalhães Castro, a sair.

3. Os resultados dos anos 70 e realidades dos anos 90

A capacitação científica e tecnológica adquirida pelo Brasil nas últimas décadas é um recurso importante para a sua contínua busca de modernização social e econômica. Há entretanto algumas preocupações quanto à adequação e à capacidade desse sistema de C&T, tal como foi organizado nos anos 70, para cumprir o que se espera dele hoje. Parte da dificuldade está na persistência de alguns dos pressupostos, que presidiram as políticas de C&T das décadas de 60 e 70, quando confrontados com as realidades da década de 90. Outra parte do problema são as estruturas e interesses que se criaram e consolidaram ao longo de todos esses anos e que tendem a resistir a maiores mudanças.

A "fronteira sem fim"

Os pressupostos básicos que presidiram o desenvolvimento de C&T no Brasil nos anos 60 e 70 não foram muito diferentes dos adotados na mesma época nos EUA e em outros países desenvolvidos. Em ambos os casos, havia a noção de que a ciência era uma "fronteira sem fim" (*endless frontier*), que merecia ser expandida por motivos culturais, pelos seus efeitos benéficos sobre a educação e pelo seu potencial de aplicação prática. Todos os campos do conhecimento eram igualmente merecedores, e todos os bons projetos e iniciativas deviam contar com apoio público. Havia também outras similaridades: a importância dada a P&D militar; a noção de que os cientistas deviam ser financiados pelo Estado e ter liberdade para conduzir suas instituições e distribuir os recursos de pesquisa segundo seus próprios critérios; e o pressuposto de que a C&T básica nas universidades e a pesquisa militar nos institutos governamentais produziriam necessariamente benefícios sociais e econômicos para a sociedade (Branscomb, 1993).

Planejamento

Havia também importantes diferenças. Os brasileiros acreditavam mais do que os norte-americanos em planejamento abrangente, e em planejamento para C&T. Havia no Brasil, como ainda persiste, uma necessidade aguda de informação confiável e de mecanismos decisórios estáveis para definir a alocação de recursos e o estabelecimento de projetos de longo prazo. A tradição brasileira é tentar responder a essas necessidades com exercícios de planejamento global, que gerem planos que possam ser transformados em lei e administrados pela burocracia, sem necessidade de decisões posteriores. Três planos nacionais para o desenvolvimento científico e tecnológico foram instituídos desde o início dos anos 70. Sistemas complexos de coordenação, como o do Conselho de Ciência e Tecnologia, foram desenhados para tentar articular as atividades de pesquisa desenvolvidas nas áreas de diferentes ministérios. O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) foi criado em 1985 em resposta a antigas demandas de líderes da comunidade científica, que esperavam

com ele resolver os problemas de planejamento e coordenação, e estabelecer uma ligação mais direta entre o setor de C&T e as necessidades econômicas e sociais do país. A noção de que o problema seria superado através de planejamento governamental contribuiu para o desenvolvimento de grandes burocracias para o planejamento e a gestão do sistema de C&T. O CNPq e a Finep aumentaram suas equipes várias vezes entre os anos 60 e 80. O aparato burocrático do novo ministério também cresceu desde 1985.

Substituição de importações em ciência

Outra diferença foi que o desenvolvimento de C&T no Brasil foi entendido como parte do modelo mais amplo de substituição de importações que prevalecia na economia, através de barreiras contra a competição externa e outros mecanismos de proteção à indústria nascente. Embora o Brasil nunca tenha tentado desenvolver uma "ciência nacional"[5] e sempre tenha valorizado o acesso à comunidade científica internacional, a intensidade de seus intercâmbios internacionais nunca chegou a equivaler à de outras pequenas comunidades científicas (Schott, 1993), e seus programas de pesquisa e instituições só raramente foram expostos a padrões internacionais de avaliação e qualidade. Considerações sobre desigualdades regionais e necessidades de curto prazo, assim como pressões políticas para a criação de instituições acadêmicas e de pesquisa por todo o país, levaram, com freqüência, ao relaxamento dos critérios de alocação de recursos das agências federais.

Elitismo em tecnologia e educação

Uma última característica do esforço de desenvolvimento de C&T no Brasil tem sido o elitismo das políticas educacionais e tecnológicas, apesar do progressismo político de muitos de seus promotores. Nesta concepção, a tecnologia militar deveria ser a vanguarda da modernização econômica e social, e isso gerou uma preocupação exagerada, no governo e em círculos diplomáticos e acadêmicos, com as restrições internacionais à transferência de tecnologias "sensíveis". Os dois programas PADCT enfatizaram fortemente a fronteira tecnológica, e deram muito menor atenção à educação científica, à gerência e à difusão de C&T. Exceto na área de saúde, não houve um esforço organizado para se levar os benefícios da capacitação científica para a população como um todo, ou para a base do setor produtivo. Apesar da influência direta dos Land Grant Colleges dos EUA, a educação e a pesquisa agrícola no Brasil continuaram restritas a algumas

[5] Houve várias propostas de criação de uma ciência social tipicamente brasileira baseada na natureza peculiar de nossa história e cultura, por autores como Gilberto Freyre e Alberto Guerreiro Ramos; mas nada de similar existiu no campo das ciências naturais, exceto em áreas aplicadas como agricultura, recursos naturais e ciências da terra, como seria de se esperar.

poucas instituições e dirigidas para um modelo de agricultura de exportação de alta densidade de capital, mecanização e tecnologia (Azevedo, 1993). O esforço mais recente de desenvolvimento de capacitação interna em informática se concentrou na proteção de indústrias de equipamentos, e não na generalização do uso das novas tecnologias e competências pela sociedade (Lucena, 1993; Tigre, 1993).

Tabela 2

Brasil, dados de educação: população de cinco anos ou mais

	Alfabetização, 1990: sabem ler e escrever (%)			
Anos	Brasil	Mulheres	Rural	Nordeste
Cinco anos ou mais	76	77	58	57
10 a 14 anos	86	89	70	67
60 ou mais	56	53	32	44
	Nível de escolarização obtido (%)			
Anos	Brasil	Mulheres	Rural	Nordeste
Total	100	100	100	100
Um ou mais	82	82	65	65
Dois ou mais	77	77	57	57
Três ou mais	68	70	46	48
Quatro ou mais	59	60	34	39
Cinco ou mais	41	42	17	28
Seis ou mais	33	34	11	22
Sete ou mais	29	30	9	19
Oito ou mais	25	26	7	16
Nove ou mais	18	19	4	12
12 ou mais	6	6	1	3
Total (milhares)	113.629	58.373	28.011	31.614

Fonte: Fundação IBGE. *Anuário Estatístico*, 1992.

Em educação, o Brasil embarcou em um projeto ambicioso de elevar suas universidades ao patamar das melhores *research universities* do mundo, antes de empreender qualquer tentativa séria de resolver problemas básicos da educação primária, secundária, técnica e de educação superior de massas. Em conseqüência, o país possui, simultaneamente, alguns dos melhores programas de pós-graduação e um dos piores e mais desiguais sistemas de educação básica da região. Na prática, o modelo da *research university* continuou restrito a poucas universidades públicas do estado de São Paulo e do sistema de universidades federais. A maioria das instituições públicas incorporou aspectos institucionais e os custos da universidade moderna (inclusive a generalização do tempo integral, a organização departamental, os *campi* integrados, além da matrícula gratuita) sem ter como contrapartida mecanismos adequados para assegurar qualidade e eficiência no uso dos recursos públicos. Cerca de 65% dos estudantes do ensino superior não têm acesso às instituições públicas e freqüentam escolas privadas pagas e de menor prestígio (Schwartzman; Durham & Goldemberg, 1993).

O Brasil sempre foi uma sociedade altamente estratificada e desigual. Mesmo quando houve a intenção, os governos enfrentaram dificuldades enormes para proporcionar à população em geral serviços como educação, saúde e extensão. Essa situação precisa ser revertida, mas isso não significa que os esforços de criação de boas universidades e grupos de pesquisa competentes devam ser adiados até que os problemas da educação básica estejam resolvidos. As competências e qualificações da universidade são essenciais para que se levem a cabo as transformações necessárias. Seria, contudo, um equívoco supor que os investimentos em ciência, tecnologia e educação universitária não poderiam ter tido maior impacto do que tiveram sobre o ensino profissional, ou ter promovido maior disseminação do que promoveram das competências genéricas e técnicas. Esses investimentos poderiam ter tido maior impacto, mas, para isso, políticas específicas eram e são necessárias.

4. Novas realidades

Mudanças no papel da ciência e tecnologia no cenário internacional

O cenário internacional da ciência e tecnologia mudou dramaticamente desde que o Brasil começou sua caminhada para o desenvolvimento de C&T nos anos 60. As principais características desse novo contexto internacional podem ser descritas como se segue:

- A ciência e a tecnologia estão muito mais próximas da indústria e dos mercados do que antes (quadro 4). As indústrias precisam não só de processos e produtos, mas também das qualificações necessárias para acompanhar as novas concepções e práticas de gestão, e para isso dependem de conhecimentos especializados que não são e nem podem mais ser gerados internamente, em suas atividades cotidianas. A conseqüência tem sido o aumento dos investimentos em P&D , a instalação de laboratórios especializados e departamentos de pesquisa, e a busca de novas formas de relacionamento com as universidades. Há uma preocupação renovada com questões de propriedade intelectual, que acompanha uma grande expansão de uma verdadeira indústria do conhecimento, do comércio de marcas e patentes, da assistência técnica e das consultorias internacionais.

- O ritmo da inovação tecnológica e da competição no mercado se acelerou, exigindo das empresas capacidade permanente de mudar sua organização interna, absorver novas tecnologias e processos, e gerar novos produtos. Isso tem provocado mudanças significativas na composição da força de trabalho industrial, uma maior ênfase em trabalhadores altamente qualificados em todos os níveis e uma drástica redução de pessoal administrativo e não-qualificado. As conseqüências desse novo

ritmo de progresso técnico e da competição no mercado incluem também a crescente internacionalização das indústrias e mercados e a redefinição das linhas de produção, com especialização em alguns segmentos da cadeia produtiva ou em alguns nichos do mercado. Novas associações e fusões, muito freqüentemente entre empresas de diferentes países, são também estimuladas pelo alto custo financeiro da P&D e o encurtamento do ciclo de vida dos novos produtos.

Quadro 4

Pesquisa básica e economicamente relevante: os novos elos

Em todos os países industrializados os governos têm-se inclinado, nos últimos anos, a partir para uma atuação indireta, que visa promover o desenvolvimento de um ambiente de pesquisa orientado para o mercado. Leis e regulamentos considerados obstáculos à difusão e à aplicação do conhecimento têm sido eliminados (por exemplo, vários regulamentos antitruste foram removidos nos EUA para facilitar a pesquisa cooperativa pré-competitiva entre firmas de um mesmo setor); novas regras foram adotadas para incentivar cientistas a se interessarem mais ativamente pela comercialização de seus trabalhos (por exemplo, permitindo que pesquisadores e instituições acadêmicas possam registrar patentes, mesmo quando a invenção for o resultado de programas financiados com recursos federais; ou relaxando as restrições acadêmicas que impediam professores-pesquisadores de participar de firmas e sociedades comerciais); incentivos foram criados para fomentar as atividades de indústrias de base científica (tais como incentivos fiscais, esquemas para apoiar a contratação de cientistas por empresas, instrumentos de financiamento à pesquisa cooperativa entre universidade e indústrias etc.).

Essa nova ênfase tem sido acompanhada pelo gradual redirecionamento do financiamento público da pesquisa para novos tipos de programas, que canalizam esforços em áreas de maior relevância econômica. Isso tem afetado todos os tipos de atividade de pesquisa. Por exemplo, instituições que têm sido os bastiões da pesquisa fundamental (do CNRS na França até o NSF nos EUA) vêm dedicando mais e mais atenção à pesquisa aplicada e à pesquisa estratégica, em nome de suas implicações econômicas. Atividades de pesquisa pré-competitiva têm sido multiplicadas para aproximar e promover a cooperação entre cientistas acadêmicos e os da indústria. Algumas disciplinas têm recebido atenção especial e apoio crescente quando se relacionam com as "ciências do artificial" ou "ciências de transferência", que vão da engenharia química até medicina e farmácia. A relevância econômica se torna cada vez mais um parâmetro essencial na análise e seleção de projetos de pesquisa em toda a parte.

Georges Ferné, 1993.

• A ciência está-se tornando mais global. A velocidade e o baixo custo dos fluxos internacionais de informação colocam pesquisadores e centros de pesquisa em

contato direto. A propagação de produtos e processos tecnológicos por empresas internacionais dissemina padrões similares de consumo, de organização e de trabalho. É muito mais fácil agora o acesso à comunidade científica internacional do que no passado. A mobilidade internacional de pesquisadores de talento também se tornou mais simples. Mas, ao mesmo tempo, a participação efetiva na comunidade internacional depende de uma qualificação adequada, na medida em que requer a utilização de instrumentos científicos padronizados, linguagem e padrões de comunicação adequados, que, não existindo, geram novas desigualdades e formas de concentração de recursos e qualificações.

• À medida que a relevância econômica e militar do conhecimento científico e tecnológico cresce, intensifica-se a tendência a limitar sua difusão através de legislação sobre propriedade intelectual e de barreiras governamentais à difusão de tecnologias sensíveis e estratégicas. Essa tendência, entretanto, é compensada pela intensa competição internacional de empresas e governos para vender suas tecnologias, e pela inexistência de fronteiras bem definidas entre conhecimento acadêmico (e portanto livre) e conhecimento privado (ou protegido). O resultado é que o acervo básico da tecnologia moderna está disponível para os países que possuem suficiente massa crítica em engenharia e ciências básicas. Isso só não se aplica a algumas poucas tecnologias militares, que ainda podem ser controladas pelas grandes potências.

• Mais recentemente, o fim da Guerra Fria vem forçando as grandes potências a promoverem o difícil processo de redução de seus aparatos militares, o que tem alterado a tradicional associação entre P&D militar, tecnologia industrial e pesquisa acadêmica básica. Parte desses recursos está sendo redirecionada para pesquisa aplicada em áreas como saúde, meio ambiente e energia, e novas associações entre governos, instituições de pesquisa e empresas privadas estão emergindo. A inovação científica nesse novo contexto predominantemente civil tenderá a se orientar sobretudo pelo mercado e por demandas sociais de curto prazo, e não mais pelas prioridades governamentais. A inovação científica deve também se dar de forma mais incremental, estar mais intimamente associada à produção e aos serviços, e ser mais sensível a custos do que foi até agora (Branscomb, 1993) (quadro 5).

Mudanças na natureza da atividade científica

• O "modelo linear simples" utilizado até recentemente para entender o desenvolvimento científico e a mudança tecnológica está sendo abandonado. Este modelo pressupunha a existência de um padrão pelo qual a *pesquisa fundamental* dava lugar a *descobertas* e a resultados experimentais da *ciência aplicada*, possibilitando *invenções* que forneciam as bases da *inovação* empresarial a partir da qual novos produtos e processos eram criados e depois difundidos por *imitação* e

Quadro 5

Principais mudanças das políticas de C&T nos EUA

Os norte-americanos agora entendem que o mundo está radicalmente mudado. Mas os paradigmas sobre os quais repousa o consenso sobre as políticas de C&T do pós-guerra ainda estão firmemente radicados na cabeça de muita gente, especialmente em Washington, e as instituições governamentais, que serão necessárias para se implementar um novo consenso, mudaram muito pouco ou ainda nada. Três grandes mudanças nos EUA vão exigir não só o reexame da política tecnológica, como também mudanças institucionais e o desenvolvimento de novos vínculos internacionais:

• O reconhecimento de que as prioridades militares não vão mais dominar a política tecnológica do governo federal. Ao contrário, a área militar precisa enfrentar uma drástica redução da produção e aquisição de armas e aumentar o percentual de seu orçamento a ser investido em desenvolvimento e elaboração de protótipos exploratórios, mesmo que seu orçamento para P&D esteja declinando. Como as tecnologias mais importantes para as novas Forças Armadas dependerão cada vez mais das áreas onde a indústria comercial está à frente da indústria militar, especialmente nas áreas de informação e comunicações, as agências militares precisarão ter acesso a tecnologias comerciais. Isso exigirá uma mudança radical nas políticas e práticas de compra das instituições militares.

• O reconhecimento de que o progresso na engenharia moderna, de base científica, depende cada vez mais de uma infra-estrutura de conhecimentos técnicos básicos, de ferramentas, materiais e instalações, que deve ser provida pelo setor público. Entre o terreno da ciência básica e o da tecnologia apropriada privadamente se estende um amplo território de tecnologias de interesse coletivo que, apesar de terem aplicações claramente relevantes, não recebem investimentos privados pela pouca possibilidade que oferecem de apropriação de seus benefícios. Muito dessa "tecnologia infra-estrutural" fornece as bases para a criação e o desenvolvimento de tecnologias de *design* e de processo, que atendem simultaneamente a objetivos militares, comerciais e ambientais. A eventual disseminação espontânea dos resultados da P&D governamental dirigida, os investimentos privados e as ações governamentais rotineiras não serão suficientes para prover a nação da competência necessária para se manter na liderança tanto militar quanto econômica no longo prazo. Em suma, precisamos de uma base tecnológica financiada pelo setor público, que apóie a indústria para gerar tecnologias em todas as três áreas de interesse nacional.

• O reconhecimento de que o desempenho econômico em uma economia mundial competitiva depende prioritariamente da capacidade que tenha uma sociedade de utilizar sua base de tecnologia, qualificações e entendimento científico, e só secundária e cumulativamente do que se adiciona anualmente a este estoque de competências. Por conseguinte, a política tecnológica governamental precisa dar ênfase muito maior à difusão do conhecimento e das qualificações técnicas. Os elementos básicos de uma estratégia de difusão são: agregar, avaliar, comunicar e absorver o acervo de informação não-apropriada disponível. Os mecanismos básicos de implementação desta estratégia são a educação, a mobilidade do pessoal técnico e a montagem de redes (tanto de equipamentos, quanto de instituições) para promover cooperação e compartilhamento de recursos. Os Estados, assim como as agências federais, têm grandes responsabilidades aqui, sobretudo em relação aos serviços de extensão industrial.

Lewis Branscomb, 1993.

engenharia reversa (David, 1992). A visão atual é que a realidade é muito mais complexa: descobertas científicas ocorrem com freqüência no contexto da aplicação; não existe distinção precisa entre o trabalho básico e o aplicado; e o conhecimento tácito e os avanços incrementais são mais importantes do que descobertas e inovações científicas isoladas. Uma conseqüência dessa transformação é que o apoio para a pesquisa básica vem perdendo terreno, quando esta não se associa a resultados e produtos previamente identificáveis.

• O desenvolvimento de novos padrões de cooperação científica internacional, com o estabelecimento de programas multinacionais de grande escala, tais como o Projeto do Genoma Humano; de atividades de pesquisa globais nas áreas de meteorologia, aquecimento global, astrofísica; e de projetos de cooperação regional entre países. Enquanto os programas tradicionais de *big science*, como o Consórcio Europeu de Estudos Nucleares (Cern), se caracterizavam por grandes instalações científicas, os mais recentes tendem a assumir a forma de densas redes de cientistas e grupos de pesquisa. A alternativa para as comunidades científicas pequenas é participar de alguns aspectos desses grandes programas, ou se marginalizar progressivamente (quadro 6).

• Por causa de seus custos crescentes, relevância econômica e perigos potenciais, as atividades de ciência e tecnologia têm sido acompanhadas com muito mais atenção pela sociedade do que no passado. Controvérsias públicas esmaecem as fronteiras entre a especialização técnica e o conhecimento de domínio público, e uma variedade de novas disciplinas e atividades relacionadas à análise e à avaliação da ciência emergiu, lidando com questões como previsão e avaliação tecnológica e análises do impacto ambiental das inovações. As ciências sociais adquiriram uma nova relevância nesse contexto, tanto para o estudo da economia da ciência e tecnologia, quanto para a compreensão dos processos sociais de produção e transmissão de conhecimentos, para a interpretação das controvérsias públicas e para a análise de políticas públicas na área de C&T.

• As formas tradicionais de organização do ensino e da pesquisa científica estão sob questionamento. Discute-se hoje se a divisão dos departamentos acadêmicos e das instituições científicas segundo as diferentes disciplinas e áreas do conhecimento é a mais adequada e capaz de oferecer as condições apropriadas para a formação e o desenvolvimento de pesquisa interdisciplinar. Ao mesmo tempo, não existem alternativas claras à organização do ensino segundo os moldes tradicionais, gerando novas fontes de tensão entre ensino e pesquisa. As agências governamentais de apoio à ciência estão em processo de revisão e transformação. As relações entre universidades, governos e indústria estão profundamente alteradas pelos novos padrões de ensino técnico, pesquisa cooperativa e financiamento, o que tem gerado novas oportunidades e tensões. As carreiras científicas tradicio-

nais são percebidas como menos recompensadoras, prestigiadas e seguras do que no passado, ao passo que emergem novos perfis profissionais.

Quadro 6
Projetos cooperativos europeus

Eureka:

- 646 projetos em nove áreas: medicina e biotecnologia, comunicações, energia, meio ambiente, tecnologias de informação, *lasers*, robótica e automação da produção, e transportes;
- EU 95: Televisões de alta definição, 1986-93. Orçamento: US$750 milhões;
- EU 127: Programa Conjunto Europeu de Silício Submícron, 1989-96. Orçamento: US$4,6 bilhões.

Comunidade Européia:

- Programa Framework III, 1990-94, 12 países-membros, pesquisa pré-competitiva. Orçamento total: US$7,99 bilhões;
- DGXII: Ciência, Pesquisa e Desenvolvimento. Brite/Euram: tecnologias industrial e de materiais, além de outros programas de pesquisa;
- DGXIII: Tecnologia de informação e comunicações. Race, tecnologias de comunicação. Telematics, intercâmbio de informação;
- DGIII: Indústria. Esprit (retirado do DGXIII).

Science, 1992.

Mudanças na natureza e na capacidade de ação do Estado brasileiro

O Brasil alcançou uma das mais altas taxas de crescimento econômico do mundo nos anos 70, mas não se ajustou às mudanças que se processaram no cenário internacional nos anos 80. Ao contrário, o país entrou em um longo período de estagnação econômica com inflação, do qual ainda precisa se recuperar. As explicações oferecidas para isso vão desde o esgotamento do modelo de substituição de importações, que caracterizou a economia do país desde os anos 30, até a incapacidade institucional e política dos governos, a partir dos anos 80, de implementar políticas de longo prazo em um contexto de recessão internacional e de intensa competição política por subsídios públicos. Hoje já não se discute mais a necessidade de o Estado reduzir seu tamanho e sua presença na economia, e aumentar sua capacidade de definir e implementar políticas de longo prazo para o crescimento

econômico, o bem-estar social e a proteção ambiental. Entretanto, não está claro que impacto tais políticas deveriam ter sobre o setor de C&T.

Esse quadro de instabilidade e imprevisibilidade afetou o setor de C&T de dois modos importantes. O mais óbvio foi a redução de recursos para a maioria dos programas existentes e a falta de perspectivas de novos projetos e iniciativas, mesmo quando compromissos internacionais (como os empréstimos firmados com o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento) definem muito claramente o montante e o cronograma de desembolso dos recursos nacionais requeridos como contrapartida. O Ministério da Ciência e Tecnologia mudou de nome e inserção institucional várias vezes, os orçamentos alocados para C&T oscilaram e a liberação desses recursos tem dependido de negociações constantes, penosas e cotidianas com funcionários, freqüentemente pouco receptivos, dos escalões inferiores da burocracia estatal. Não só os recursos foram reduzidos, como desfez-se o consenso no governo, na opinião pública e nas agências internacionais sobre a importância e o papel da pesquisa científica, ou sobre temas como pesquisa básica ou aplicada, civil ou militar, acadêmica ou industrial. Essa instabilidade tem sido objeto de grande preocupação, devido ao longo tempo que as instituições científicas levam para amadurecer, comparado com a velocidade com que elas se deterioram em condições de insegurança orçamentária e institucional. No início dos anos 90 a situação da ciência e tecnologia no Brasil pode ser resumida nos seguintes pontos:

- As agências federais de financiamento à ciência e tecnologia (Finep e CNPq) estão muito limitadas em sua capacidade de prover recursos para projetos de pesquisa. A maior parte dos recursos do CNPq é usada para custear bolsas, enquanto a Finep se especializa na concessão de empréstimos para projetos tecnológicos do setor privado. De outro lado, a Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (Fapesp) foi preservada enquanto instituição eficiente e prestigiada, e teve inclusive aumentado o seu percentual da arrecadação fiscal do estado de 0,5% para 1%, na suposição de que deveria desenvolver novas modalidades de apoio a pesquisas aplicadas e desenvolvimento industrial. Várias outras instituições estaduais de apoio à pesquisa foram criadas no final dos anos 80, mas apenas algumas poucas estão em atividade.

- A administração de algumas agências federais de C&T sofre os efeitos do gigantismo burocrático, dos baixos salários e da militância política de seus funcionários. Em outras, ao contrário, faltam quadros e condições de contratar pessoal adequado para preencher suas funções. O CNPq tem sido particularmente afetado pela tensão freqüente entre os órgãos de representação da comunidade acadêmica. A maioria dos institutos de pesquisa federais, inclusive os institutos do CNPq, está paralisada pela falta de recursos e de incentivos.

- Não há consenso sobre o que fazer com os grandes projetos do passado, em grande parte paralisados por falta de recursos. A doutrina militar de desenvolvi-

mento tecnológico dos anos 70 parece intacta nas Forças Armadas, apesar das limitações vigentes. Nenhum de seus projetos de grande porte foi interrompido — o submarino atômico, o programa espacial (inclusive o desenvolvimento de veículos lançadores de satélites) e a construção de aviões militares. O controle sobre o programa espacial está saindo do âmbito militar para o civil, e o governo já enviou projeto de lei ao Congresso criando a Agência Espacial Brasileira, que deveria consolidar essa transição (Cavagnari, 1993).

• Uma legislação excessivamente benevolente permite a aposentadoria precoce com salário integral dos docentes universitários e funcionários públicos. Cerca de 30% das despesas correntes das universidades federais são gastos para pagar benefícios de aposentadorias, e esse percentual está subindo. Como não há informação disponível, é difícil saber como isso está afetando a massa crítica de pesquisadores ativos; se os aposentados continuam suas pesquisas em outras ou nas mesmas instituições, e como eles estão sendo substituídos. A impressão geral é de que as vantagens da aposentadoria precoce, combinadas com a falta de perspectivas e de condições de trabalho da maioria das instituições de ensino e pesquisa, estão exaurindo a comunidade científica brasileira, tanto em tamanho quanto em qualidade. Enquanto esse quadro não mudar, é importante estimular os professores-pesquisadores mais qualificados que se aposentam a permanecer produtivos, a continuar a pesquisar e a ensinar ou a iniciar novas carreiras como empresários. Além disso, é necessário utilizar as vagas que se abrem para absorver novas gerações de jovens professores-pesquisadores.

• Em meio a essas condições adversas, o Ministério da Ciência e Tecnologia tenta avançar em algumas áreas e políticas para o setor. Uma de suas principais tarefas tem sido assegurar o fluxo de recursos orçamentários e extra-orçamentários para C&T (quadro 7). A proposta para o orçamento federal de 1994 é de obter US$1-1,5 bilhão para as atividades afetas ao MCT. O governo já decidiu transferir para o setor de C&T parte substancial dos recursos auferidos com a privatização de empresas públicas, e uma lei recente acaba de conceder isenções fiscais para empresas que investem em desenvolvimento tecnológico. A expectativa oficial é de que estas duas fontes serão, por si só, suficientes para dobrar o volume de recursos para a ciência e tecnologia no próximo ano. O ministério está também engajado em negociações contínuas com as autoridades econômicas para estabilizar o fluxo dos recursos para as agências, e com as instituições internacionais para que dêem continuidade e renovem o apoio ao setor de C&T. A segunda meta do ministério é dar continuidade a alguns dos projetos de grande porte que já estavam avançados quando se viram paralisados pela falta de recursos. Os mais importantes são o programa espacial e o

Quadro 7

Atividades do Ministério da Ciência e Tecnologia, 1993

Atividades permanentes realizadas pelo MCT ou com seu apoio:

❑ grandes projetos envolvendo investimentos em infra-estrutura básica;

❑ projetos das ciências básicas naturais e das ciências sociais;

❑ projetos de desenvolvimento tecnológico nas áreas de biotecnologia, com ênfase na engenharia genética e em suas aplicações; de novos materiais, inclusive da microeletrônica; de química de síntese de produtos naturais, todos de forte impacto na modernização do sistema produtivo.

Programas de alcance regional, como os de previsão de tempo e clima no Nordeste e no Centro-Sul

Criação de novos instrumentos legais e financeiros para o setor:

❑ incentivo para investimentos de empresas em P&D;

❑ regulamentação da Lei de Informática e dos procedimentos da Suframa;

❑ utilização dos recursos provenientes da desestatização para atendimento de projetos de importância estratégica, como o Veículo Lançador de Satélites, o Centro de Previsão do Tempo e do Clima do Instituto de Pesquisas Espaciais, o supercomputador do Laboratório Nacional de Computação Científica, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, o Laboratório Nacional de Física Nuclear, Programa de Pesquisas na Antártica e levantamento de recursos da plataforma continental da costa brasileira;

❑ criação da Comissão Nacional de Capacitação Tecnológica da Indústria;

❑ Programa de Produção de *Software* para Exportação;

❑ elaboração e acompanhamento da elaboração de novas leis para a área de C&T: lei de patentes, lei do *software*, lei das variedades vegetais, lei da topografia de circuitos integrados, lei sobre comércio de tecnologias sensíveis, criação da Agência Espacial Brasileira.

Baseado em José Israel Vargas, 1993.

Laboratório de Luz Síncrotron. O ministério já propôs uma lei que institui uma estrutura de carreira unificada para pesquisadores e funcionários das instituições federais. No Ministério da Educação, a Capes mantém um sistema estável de bolsas e apoio a programas de pós-graduação. Algumas políticas do período Collor (1990/91) que visavam estimular a qualidade e a competitividade industrial ainda estão em vigor, embora com recursos insuficientes para que tenham eficácia.

5. Uma nova política para um mundo global

Apesar da grande defasagem entre a ciência e tecnologia do Brasil e a dos países industrializados mais avançados, existe uma oportunidade de convergência que não deve ser desperdiçada. O acesso à informação no plano internacional é barato; a circulação e mobilidade de cientistas é intensa; tecnologias de produtos e processos são oferecidas em um mercado internacional altamente competitivo; e empresas multinacionais espalham suas sucursais e instalações de pesquisa por todo o mundo, dependendo das condições locais. O principal requisito para aproveitar essa oportunidade e compartilhar esses recursos de conhecimento é a capacidade social dos países, que é essencialmente uma questão de educação e de capacitação científica (Abramovitz, 1986; Nelson & Wright, 1992) (quadro 8). Assim, embora a ciência e a tecnologia estejam se tornando cada vez mais internacionais, os requisitos para participar de seus benefícios continuam sendo de ordem local e nacional, e dependem de ações deliberadas por parte dos governos.

Quadro 8

A internacionalização do comércio, dos negócios e da tecnologia

A internacionalização do comércio, dos negócios e da tecnologia chegou para ficar. Isso quer dizer que as fronteiras nacionais significam muito menos do que antes no que diz respeito aos fluxos de tecnologia, pelo menos entre as nações que fizeram os investimentos sociais, hoje essenciais, em educação e infra-estrutura de pesquisa. Os governos nacionais têm relutado em reconhecer essa nova realidade. De fato, a última década assistiu a um forte crescimento do que tem sido chamado de "tecno-nacionalismo"; isto é, de políticas governamentais para colocar suas empresas em fronteiras tecnológicas específicas. Nosso argumento é que tais políticas não funcionam mais. É cada vez mais difícil criar uma nova tecnologia que permaneça confinada dentro de fronteiras nacionais, em um mundo onde a sofisticação tecnológica se generalizou e empresas de muitas nacionalidades estão prontas a fazer o investimento necessário para explorar novas tecnologias genéricas. Uma observação intimamente relacionada a isso é que uma força de trabalho bem-instruída, com um bom quadro de engenheiros de nível universitário e cientistas no topo, se tornou um requisito essencial para ingressar no "clube da convergência".

Nelson & Wright, 1992.

A principal tese deste documento é que há uma clara necessidade de se sair do modelo anterior de desenvolvimento científico e tecnológico e partir para um equacionamento inteiramente novo e adequado às realidades presentes e futuras. Ciência e tecnologia são mais importantes do que nunca, se o Brasil pretende elevar o padrão de vida da população, consolidar uma economia moderna e participar com plenitude em um mundo cada vez mais globalizado.[6] A economia precisa se modernizar e se ajustar a um ambiente internacionalmente competitivo. A educação precisa ser ampliada e aprimorada em todos os níveis. À medida que a economia crescer e novas tecnologias forem introduzidas, novos desafios irão emergir na produção e no uso de energia, no controle do meio ambiente, na saúde pública e na administração de grandes conglomerados urbanos. Mudanças também irão ocorrer na composição da força de trabalho. Será necessária uma forte capacitação nacional para que o país participe, em condições de igualdade, das negociações internacionais que podem ter conseqüências econômicas e sociais importantes para o Brasil.

Uma política liberal convencional em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico não produzirá capacitação na escala e na qualidade necessárias. Não há muito espaço mais para tecnologias artificialmente protegidas e projetos tecnológicos de grande porte, altamente sofisticados e concentrados, que não têm condições de gerar impactos de grande amplitude no sistema educacional e industrial. Tentativas de planejar e coordenar centralizadamente todos os campos da ciência e tecnologia correm o risco de expandir burocracias ineficientes e sufocar a iniciativa e a criatividade.

A nova política de C&T deve implementar tarefas aparentemente contraditórias: estimular a liberdade, a iniciativa e a criatividade do pesquisador, e ao mesmo tempo estabelecer um forte vínculo entre o que ele faz e as necessidades da economia, do sistema educacional e da sociedade como um todo. Deve tornar a ciência e tecnologia brasileira verdadeiramente internacional e ao mesmo tempo fortalecer a capacidade educacional e de C&T do país. Para isso, o pesquisador individual, suas unidades de pesquisa ou laboratórios precisam ser libertos dos entraves burocráticos e estimulados a buscar as melhores oportunidades e alternativas no país e no exterior para usar e desenvolver suas competências. Isso requer não só um ambiente competitivo, que ofereça incentivos públicos e oportunidades privadas que premiem resultados e imponha custos crescentes à complacência e à improdutividade, como também o direcionamento de parte substancial dos recursos de P&D para alguns objetivos estratégicos bem-selecionados. Mais especificamente, a nova política deveria incluir as seguintes tarefas:

[6] O termo "global" se refere à idéia de uma civilização mundial interdependente, com fronteiras permeáveis e sem centros hegemônicos claros. Há uma literatura em expansão sobre a natureza global das sociedades modernas. Ver por exemplo Albrow & King, 1990; Robertson, 1992; Featherstone, 1992; Wallerstein, 1990.

• Estreitar os vínculos entre a ciência acadêmica e o setor produtivo, e aumentar a participação deste último no esforço nacional de desenvolvimento científico e tecnológico, aproximando o país dos padrões das economias industrializadas modernas, onde 60 a 80% da P&D ocorrem no setor produtivo. Isso requer um aumento significativo dos investimentos privados em P&D e não a redução dos já limitados recursos públicos.

• Criar dois "mercados" diferentes, um para a ciência acadêmica e outro para a tecnologia aplicada. O "mercado acadêmico" precisa de um sistema de recompensas e incentivos para os cientistas, estruturas de carreira adequadas e mecanismos para aumentar o financiamento público da ciência. O mercado para tecnologia aplicada deve combinar os requisitos de capacitação e qualidade com os de viabilidade econômica e necessidade social.

• Aprofundar os laços entre ciência, tecnologia e educação, desde o ensino de pós-graduação até o ensino básico, passando pelo ensino técnico.

• Investir fortemente no desenvolvimento da capacidade de inovação do sistema produtivo como um todo, através de incentivos, programas de extensão e fortalecimento da infra-estrutura tecnológica básica do país.

• Apoiar um número limitado de projetos integrados de pesquisa e educação que atendam a áreas de indiscutível relevância social e econômica, tais como energia, preservação e controle ambiental, transportes, saúde pública e produção de alimentos; e em áreas sociais como educação básica, pobreza, emprego e administração de conglomerados urbanos (Goldemberg, 1993; Skole & Turcker, 1993; Castro, N., 1993).

• Criar as condições para a participação do Brasil nos programas internacionais que lidam com os temas de natureza global.

• Tornar as agências governamentais para a ciência e tecnologia mais flexíveis e expostas a procedimentos regulares de avaliação por pares e estimular os grupos e instituições de pesquisa a buscar e desenvolver uma maior variedade de fontes e modalidades de apoio financeiro, além das que os governos podem oferecer e de fato oferecem.

6. Recomendações

Para que se atinjam esses objetivos, são feitas as seguintes recomendações:

Redirecionar as políticas tecnológicas do país, de acordo com as novas realidades econômicas

Políticas tecnológicas são indispensáveis para viabilizar um novo padrão de desenvolvimento industrial para o país, que deve se centrar na introdução de níveis crescentes de competitividade. No curto prazo, as políticas devem privilegiar a reorganização e a modernização tecnológica do setor industrial. Além disso, devem existir políticas permanentes para induzir os segmentos mais dinâmicos do setor produtivo a se manter em um processo permanente de inovação e incorporação de novas tecnologias, de modo a acompanhar o ritmo do progresso técnico da economia mundial (quadro 9). Ambas as abordagens requerem, como prioridade principal, a incorporação da tecnologia existente no processo produtivo. São também necessárias políticas setoriais para reorganizar e modernizar tecnologicamente aqueles segmentos menos eficientes da economia que podem se tornar competitivos, e para consolidar e expandir os segmentos industriais mais dinâmicos. O apoio às atividades de P&D deve ser seletivo e claramente associado a um processo mais amplo de inovação baseado na transferência, difusão e absorção de capacitação tecnológica.

Quadro 9

Transferência de tecnologia: as novas orientações de política econômica

Em relação à transferência de tecnologia do exterior, cabe preservar e consolidar as novas orientações de política econômica, introduzidas a partir do início da década de 90, que vieram remover obstáculos e restrições até então incidentes sobre os principais canais de transferência — a importação de bens de capital, os contratos de tecnologia e o investimento estrangeiro. Assim, cumpre dar prosseguimento aos avanços registrados do ponto de vista da utilização e difusão da tecnologia externa incorporada aos bens de capital, com a liberalização do processo de importação de máquinas e equipamentos e com a reformulação da política de informática. Cabe consolidar também, no tocante ao registro de contratos de transferência de tecnologia, a revisão imposta aos procedimentos administrativos vigentes no passado, os quais, no contexto de uma ação fiscalizadora, resultavam em uma forte intervenção governamental e na imposição de restrições ao processo de transferência. Da mesma forma, a reformulação da política de informática — eliminando as restrições à presença de empresas estrangeiras e à formação de *joint ventures* no setor — veio remover também um obstáculo à transferência de tecnologia, obstáculo tanto mais significativo quanto se interpunha justamente no segmento industrial em que atualmente é mais rápido o ritmo do progresso técnico.

Eduardo A. Guimarães, 1993.

A questão do protecionismo *versus* competitividade de mercado no desenvolvimento científico e tecnológico precisa ser tratada a partir de uma perspectiva pragmática e não ideológica. É impossível, e seria trágico, isolar o país da revolução tecnológica que está ocorrendo no mundo. Um dos elementos-chave desta revolução é o papel de disseminação de novas tecnologias que tem sido desempenhado pelas empresas multinacionais e pelo comércio internacional. É por isso que as questões do desenvolvimento tecnológico e da abertura da economia estão tão interligadas. Nenhum país deve renunciar a seus instrumentos de política tecnológica e industrial; isto é, ao uso de incentivos fiscais, proteção tarifária, legislação sobre patentes, políticas de compras governamentais e investimentos de longo prazo em projetos tecnológicos em parceria com o setor privado. O objetivo dessas políticas deve ser sempre o de elevar a capacitação científica e tecnológica do país, e colher os benefícios dos ganhos de eficiência, produtividade e dos resultados comerciais. Uma legislação adequada sobre patentes e propriedade intelectual deve ser instituída, a partir da compreensão de que ela é essencial para normalizar as relações do Brasil com os países industrializados (Pereira, 1993) (quadro 10).

Proteger a capacitacão científica já existente

Muitas das melhores instituições e grupos de P&D estão sendo sucateados por absoluta falta de recursos. Medidas de emergência precisam ser tomadas para deter esse processo. O governo deveria garantir fluxos estáveis e previsíveis de recursos para suas principais agências de C&T, tanto para as suas atividades de rotina como para as de "balcão", que são apoiadas segundo a avaliação por pares. O problema não é apenas a falta de recursos, mas, acima de tudo, a falta de estabilidade institucional e de compromisso com o setor de C&T, uma vez que o volume de recursos necessário não é tão grande assim. Programas especiais como o PADCT poderiam ser usados para este fim (quadro 11).

Não só as agências precisam receber seus recursos, como os melhores grupos e instituições de pesquisa precisam também ter condições de reter seus melhores quadros e dar continuidade a suas linhas de trabalho. Há um projeto, que vem sendo discutido há vários anos, de criação de uma rede de laboratórios e grupos de pesquisa de qualidade a serem apoiados pelo governo federal através de fundos de longo prazo (o projeto dos "laboratórios associados"), que requer imediata implementação. As estimativas de tamanho e custo dessa rede variam, mas não é muito difícil estimar sua escala de operação. Dos cerca de 15 mil pesquisadores ativos no país, cerca de 1/3, ou 5 mil, estaria incluído nos 200 laboratórios de 25 pessoas cada financiados por uma média de US$1 milhão por ano, ou US$40 mil por pessoa, o que soma US$200 milhões no total. Este seria o custo de manter a capacitação científica já instalada e de prover a base sem a qual nenhuma outra política pode ser formulada. Um volume equivalente de recursos seria necessário para prover esses laboratórios de equipamentos e infra-estrutura básicos. A maior parte desses recursos já vem sendo gasta em salários por universidades e outras agências governamentais, de modo que o custo

real desse programa seria menor (embora os recursos para pesquisa e infra-estrutura devessem ser concedidos *em adição* aos que são necessários para as atividades regulares de ensino). Idealmente, esse programa deveria compensar as oscilações salariais, garantir recursos operacionais e prover mecanismos para a aquisição e modernização de equipamentos científicos, independentemente da localização institucional do grupo. A distribuição desses recursos deveria se dar de forma competitiva e seguir estritamente as avaliações por pares. Além disso, essas verbas deveriam ser concedidas por períodos predeterminados, de três a cinco anos. Os critérios de avaliação devem ser os indicadores históricos de desempenho dos grupos, a qualidade de seus pesquisadores, a capacidade que vêm apresentando de levantar financiamentos de outras fontes, suas perspectivas e projetos de longo prazo.

Quadro 10

Recomendações sobre política de patentes

- Algumas alterações, como a inclusão da concessão de patentes a produtos e processos farmacêuticos, são inevitáveis do ponto de vista das relacões econômicas internacionais brasileiras.
- A nova legislação, como ocorre com a proposta elaborada pelo Grupo Interministerial, deve se pautar no texto em negociação no Gatt. As pressões norte-americanas para a inclusão do patenteamento de seres vivos e da patente *pipeline* ainda não constituem regras internacionalmente consensuais. Além disso, não se vislumbra no curto prazo a realização de um acordo de livre comércio com os EUA que justificasse essas concessões. A rápida aprovação de uma nova legislacão sem prazos de transição para o ajustamento de setores industriais específicos atende de forma geral aos pleitos norte-americanos.
- O sistema de propriedade industrial é apenas um dos componentes de uma política científica e tecnológica. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, ambientes institucionais e concorrenciais são fatores que tendem a representar um papel mais importante que o sistema patentário no desenvolvimento tecnológico.
- A revisão do Código de Propriedade Industrial não deve ser interpretada como uma forma de atração do investimento direto estrangeiro em pesquisa e desenvolvimento. Essa revisão é antes de tudo derivada dos requisitos mínimos de normalização das relações econômicas internacionais brasileiras, em especial com os EUA.
- A patente é importante como um dos ativos na estratégia concorrencial das empresas. Nesse sentido, é fundamental que a política governamental apóie os setores potencialmente mais dinâmicos na geração de tecnologia nacional, como a biotecnologia. Em suma, não se deve confundir "nacionalismo" com "isolacionismo". A revisão do Código de Propriedade Industrial é uma conseqüência inevitável do atual cenário internacional.

Lia Valls Pereira, 1993.

Essa rede de laboratórios de pesquisa deveria ser reforçada por uma linha de financiamento para pesquisadores individuais, que permitisse que eles buscassem as instituições de sua escolha, ao invés de fixá-los onde estão. Desse modo, os cientistas poderiam circular em busca das melhores instituições, e as instituições poderiam ser recompensadas pela qualidade dos pesquisadores que elas fossem capazes de atrair.

Quadro 11
A continuidade do financiamento e o PADCT

A continuidade do financiamento das pesquisas, especialmente as que envolvem laboratórios experimentais, é essencial para se obter resultados. De nada adianta a concessão de um auxílio para a aquisição de um equipamento dispendioso, se após a chegada do mesmo não há recursos para sua instalação, operação e manutenção e, especialmente, para a contratação e treinamento dos técnicos que irão operá-lo. No PADCT foi freqüente a defasagem entre a chegada dos equipamentos e a disponibilidade de recursos para sua eficiente utilização. As dificuldades de importação geraram situações absurdas, em que os projetos tinham prazos de execução financeira de um a dois anos, enquanto os equipamentos importados só eram recebidos dois ou três anos depois, quando já não havia recursos para instalação, salários, treinamento, operação.

Há necessidade de aprovação de programas de longo prazo, especialmente se envolvem centros de excelência. O projeto poderia ser aprovado em termos definitivos por um ano e em termos tentativos para os anos subseqüentes. O pesquisador submeteria um relatório de progresso e um orçamento anual para cada ano futuro previsto no projeto. Em teoria, se os recursos futuros não estiverem disponíveis, a agência de fomento não aprovará o orçamento. Na prática, mesmo havendo cortes no orçamento geral, sempre haverá algum recurso para a continuidade de projetos importantes. Os contratos devem alertar claramente os pesquisadores de que as quantias previstas para os anos subseqüentes podem não se realizar se houver cortes substanciais no orçamento geral da agência. Parte substancial dos projetos deveria ser de longa duração, ou seja, com vigência superior a três anos.

Pedidos de continuidade de projetos do PADCT deveriam ser sempre analisados, mesmo que não se enquadrem nos editais em julgamento. Esses pedidos deveriam detalhar os resultados obtidos com os financiamentos anteriores.

Caspar E. Stemmer, 1993.

Um sistema de avaliação por pares eficiente e competente é essencial para que o projeto dos "laboratórios associados" funcione. No longo prazo, é provável que aumente a dificuldade de se escolher entre grupos e projetos de qualidade

equivalente, o que requereria mecanismos de decisão mais complexos, que vão além da avaliação por pares. Entretanto, diante do pequeno porte da comunidade científica brasileira, a maioria dos grupos de qualidade pode ser apoiada, sem que se precise elevar os níveis históricos dos gastos.

Implantar uma política tríplice de desenvolvimento de C&T, com mecanismos de apoio bem distintos para a ciência básica, a aplicada e a extensão e educação

O fato de a ciência básica, a P&D aplicada e a educação técnica de alto nível serem freqüentemente indistinguíveis e ocorrerem muitas vezes nas mesmas instituições não significa que não devam ser tratadas separadamente em termos de seus mecanismos de apoio, operando a partir de perspectivas e abordagens específicas.

Pesquisa básica e educação científica

A ciência acadêmica ou básica, entendida no seu sentido mais amplo como atividade de pesquisa que não responde a demandas práticas de curto prazo, continua sendo necessária, não tanto pelo seu papel de fonte de descobertas de aplicações futuras, mas por causa de sua natureza de bem público indispensável. Os cientistas devem receber uma formação básica ampla, para que não fiquem desatualizados em pouco tempo. Esse objetivo não é incompatível com pesquisa aplicada, mas não deve ser comprometido em nome da solução de problemas operacionais de curto prazo do setor produtivo. Apesar da presença crescente de conhecimento apropriado nas sociedades modernas, a ciência acadêmica também tem-se expandido, e o volume de recursos que ela pode esperar receber do setor privado não é muito grande.[7] O conhecimento que a pesquisa básica gera não tem custos diretos para o setor privado, embora seja pago por toda a sociedade, e é a principal fonte para a aquisição e difusão das bases do conhecimento tácito que permeia todo o campo da ciência, tecnologia e educação. Para um país líder, grandes investimentos em ciência básica podem ser vistos como problemáticos, uma vez que seus resultados podem ser apropriados por outros países e regiões por um custo muito baixo. Por essa mesma razão, o investimento em ciência básica nas pequenas comunidades científicas pode ser extremamente produtivo, uma vez que permite o acesso ao acervo internacional de conhecimento, competências e informação (quadro 12).

Além de seu impacto eventual no setor produtivo, a ciência básica pode ter um papel fundamental para a melhoria de qualidade da formação superior em engenharia e para a sociedade, como um todo. Esse papel, entretanto, não ocorre

[7] Cerca de 15% dos recursos para pesquisas tipo "bem público" nos EUA vêm do setor privado (Aron Kupperman, comunicação privada).

espontaneamente. As universidades precisam criar laços explícitos entre o ensino de graduação e o de pós-graduação; precisam ser feitos investimentos intelectuais e financeiros para desenvolver materiais para o ensino de ciência, desde livros-texto até *softwares* educacionais e *kits* para experimentos de laboratório. Quando esses vínculos existem, a ciência básica se torna mais legítima e conta com mais chances de ser valorizada e apoiada pela sociedade.

> **Quadro 12**
> *Pesquisa básica: o Laboratório de Luz Síncrotron*
>
> Há um empreendimento de vulto no país com característica interdisciplinar, qual seja, a fonte de luz síncrotron que está sendo construída no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas. Essa é uma máquina que consiste em um acelerador de elétrons e um anel de armazenamento. Nesse anel os elétrons circulam em alta velocidade e produzem radiação eletromagnética de grande intensidade, cobrindo extensa faixa de energia. Esta radiação pode ser utilizada para inúmeras finalidades, desde a pesquisa básica em sólidos, átomos, moléculas e materiais biológicos, a aplicações variadas como fotolitografia para fabricação de circuitos eletrônicos de alta integração. A fonte de luz do LNLS está sendo construída por uma equipe de físicos, engenheiros e técnicos bem-coordenados, utilizando inúmeros componentes desenvolvidos em parceria com a indústria nacional. Já foram investidos cerca de US$11 milhões no projeto. Ele representa a primeira experiência brasileira na construção e, posteriormente, na operação de um laboratório de física de porte, com caráter nacional, para ser utilizado por grande número de usuários. Seu sucesso, ou insucesso, certamente irá influenciar futuras decisões relativas a outros grandes empreendimentos [a estimativa de custo total para o LNLS é de US$35 milhões].
>
> Sérgio Rezende, 1993.

Mudanças são também necessárias na educação científica e de pós-graduação. Programas de mestrado que nem profissionalizam, nem formam pesquisadores, não têm razão de existir. Eles precisam ser encurtados e transformados ou em cursos de especialização profissional bem-organizados, ou em uma porta de ingresso e nivelamento para o doutorado. Cursos de especialização que não conferem titulação acadêmica devem também ser estimulados, com o mínimo de formalidade burocrática, a ser tão autofinanciados quanto possível.

A globalização requer uma profunda revisão do antigo dilema entre auto-suficiência científica e internacionalização. A experiência de pequenas comunidades científicas de alto nível em países como Canadá, Israel, Holanda e na

Escandinávia sugere que esta possa ser uma falsa oposição. Essas comunidades desenvolveram suas competências mediante esforços deliberados para estar presentes no cenário científico internacional, uso generalizado da língua inglesa, participação em projetos cooperativos de pesquisa, avaliação permanente de suas atividades de pesquisa por cientistas de outros países e um intenso fluxo internacional de estudantes, pesquisadores e de informação. Nem por isso elas são menos avançadas e a ciência que produzem menos relevante para seus países.

O atual sistema de concessão de bolsas no exterior administrado pela Capes e pelo CNPq precisa ser revisto. Só deveriam ser concedidas bolsas para os melhores estudantes, que fossem para instituições de primeira linha e tivessem a clara perspectiva de retorno para trabalho produtivo no Brasil. Bolsas de doutorado deviam ser combinadas com bolsas tipo *sandwich*, de estágios para estudantes de pós-graduação de programas brasileiros, e bolsas de curto prazo para períodos de treinamento em laboratórios e empresas no exterior. Mecanismos devem também ser criados para fazer com que aqueles que não se titulem ou não retornem a suas instituições devolvam os recursos que receberam. Países e instituições que não dêem condições adequadas de trabalho e apoio para bolsistas estrangeiros devem ser também evitados. Dentro dessas condições, o atual número de bolsas deve ser mantido e até ampliado. A existência no país de bons programas de doutorado em algumas áreas não elimina a necessidade de se manter um fluxo permanente de estudantes para as melhores instituições internacionais. Modalidades de apoio devem também existir para programas de pós-doutoramento tanto no país quanto no exterior, assim como para trazer cientistas qualificados de outros países para períodos extensos, ou mesmo em base permanente, para as universidades e instituições de pesquisa brasileiras (De Meis & Longo, 1990).

Ciência aplicada

A principal característica da ciência aplicada é que ela tem um cliente, e o conhecimento gerado no processo de P&D tende a ser apropriado. Os principais clientes para a ciência aplicada no Brasil têm sido os militares, as grandes empresas estatais e uma pequena parcela do setor privado, inclusive algumas empresas agrícolas de exportação.

A P&D aplicada deve ser avaliada em termos de sua qualidade científica mais imediata e de seus resultados práticos de longo prazo. Quando o cliente é uma instituição pública, como os militares ou as estatais, os projetos de P&D tendem a ser sigilosos, ter maior porte e duração mais prolongada. Nesses casos, sua avaliação é muito difícil porque os resultados da pesquisa não são geralmente expostos nem à publicação, nem à avaliação por pares e nem à competição no mercado (Erber, 1993). Na falta de mecanismos apropriados de avaliação, a P&D no setor público corre o risco de ser cara e de qualidade duvidosa, e o mesmo pode ser dito da P&D subsidiada pelo setor público nas empresas privadas.

Há, entretanto, uma clara tendência contrária a esse tipo de atividade de P&D. Existem limites no plano internacional ao que os países menores possam alcançar em termos de poderio militar. Mas há, ao mesmo tempo, um forte incentivo à disseminação da educação, à capacitação técnica e à competitividade pela sociedade como um todo. A maioria das empresas estatais está sendo privatizada, ou forçada a se ajustar ao mercado para sobreviver. Em ambos os casos, a P&D patrocinada pelo setor público tende a diminuir. A experiência brasileira com o financiamento público de P&D no setor privado não é muito boa. Quando financiamentos para a pesquisa industrial são oferecidos abaixo dos juros de mercado, o volume de candidatos tende a ser grande, mas os resultados, freqüentemente, insatisfatórios. Há, entretanto, espaço para modalidades especiais de financiamento de longo prazo e de projetos de P&D cooperativos para os quais não existe financiamento bancário ou de natureza comercial. É difícil formular políticas e mecanismos gerais para pesquisa aplicada, porque esse tipo de atividade remete a um espectro extremamente variado de atividades e requer combinações também muito variadas de considerações econômicas, científicas e estratégicas. Algumas sugestões podem, no entanto, ser feitas:

• Os grupos de pesquisa universitários e de institutos governamentais devem ser estimulados a se vincular ao setor produtivo e a se engajar em trabalhos aplicados, sem contudo deixar de manter suas atividades acadêmicas e de pesquisa básica de melhor nível. Pretender que toda a ciência básica se vincule ao sistema produtivo é tão injustificado quanto pretender que eles se mantenham isolados. Não há razão para supor que o trabalho aplicado necessariamente afaste os pesquisadores de suas atividades de orientação mais básica e acadêmica. Entretanto, tensões e conflitos de interesse podem emergir, e precisarão ser administrados caso a caso. O enlace entre a pesquisa acadêmica e o sistema produtivo pode se dar em vários níveis e de múltiplas formas, dependendo das competências e das necessidades de parte a parte. A cooperação pode envolver desde a ajuda para a solução de problemas e dificuldades pontuais enfrentadas pelas indústrias, até a transferência e o *scaling-up* de inovações obtidas pelos centros de pesquisa para a produção industrial. Modalidades mais intensas de cooperação podem levar ao desenvolvimento de projetos cooperativos de P&D de grande porte e inclusive de grande interesse acadêmico (Frischtak & Guimarães, 1993). O enlace pode ser estabelecido entre uma e outra instituição ou com consórcios e associações de usuários, como no caso do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais da Escola de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, em Piracicaba (Azevedo, 1993) (quadro 13). Os recursos para pesquisas aplicadas não devem partir do mesmo orçamento que financia a pesquisa básica, mas sim de fontes

específicas das agências governamentais, programas especiais, empresas privadas e fundações independentes.

Quadro 13

Programa multicliente em pesquisa florestal

De grande importância para a área e empreendimento pioneiro no Brasil é a associação de empresas com universidades e instituições de pesquisa. O Ipef (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) foi criado há 25 anos na Esalq/USP, em Piracicaba, reunindo cinco empresas privadas (Champion, Duratex, Rigesa, Ind. Papel Leon Feffer e Madeirit) para resolver problemas na área. Hoje, conta com 23 empresas associadas, e os resultados obtidos têm sido surpreendentemente bons. Basta citar que a média de produtividade, que estava na faixa de $15m^3$/ha/ano, subiu hoje para $30m^3$/ha/ano nas empresas associadas ao Ipef. Esse instituto contribuiu, através de pesquisas básicas e formação e treinamento de pessoal para atuação nas empresas, para esse aumento de produtividade. Também seu centro de sementes, reconhecido pela FAO, é o maior do Hemisfério Sul em material genético, com comercialização de três toneladas de sementes por ano, inclusive exportando-as para Indonésia, Venezuela e Tailândia. Só como exemplo, recentemente vendeu 300kg de sementes de *Eucalyptus urophilla* para a Indonésia, que é o país de origem da espécie. De 1987 a 1991, o Ipef comercializou 12,3 toneladas de sementes. Suas empresas associadas localizam-se na Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Ipef, 1993). A iniciativa foi seguida por outras instituições. Atualmente, além do Ipef, surgiram duas outras instituições similares, o Fundo de Pesquisas Florestais (Fupef), em Curitiba, PR, e a Sociedade de Investimentos Florestais (SIF), em Viçosa, MG. São também realizadas pesquisas em institutos estaduais de pesquisa como o Instiulto Florestal de São Paulo, que comercializa 23 toneladas de sementes anualmente.

João Lúcio Azevedo, 1993.

• Os órgãos governamentais que atuam em áreas que requerem atividades de pesquisa, como saúde e educação, meio ambiente e energia, comunicações e transportes, devem ter recursos para contratar universidades, e os centros de pesquisa para realizar estudos nas suas áreas de interesse. Essa prática deve prevalecer sobre a tendência desses órgãos de criarem suas próprias instalações de pesquisa. Seus projetos devem ser avaliados tanto do ponto de vista de sua relevância quanto de sua qualidade técnica e científica, por sistemas de revisão por pares. Em geral, os institutos, centros e departamentos de pesquisa de órgãos públicos e

empresas estatais devem também ser supervisionados por sistemas de avaliação por pares e levados a competir por recursos de pesquisa fora de suas organizações.

• Os projetos militares em andamento devem passar por avaliação técnica, acadêmica e estratégica da qual participem consultores científicos do mais alto gabarito e que determinem se devem ser descontinuados, reduzidos ou convertidos em projetos civis (Cavagnari, 1993) (quadro 14).

Quadro 14
Pesquisa militar e competitividade

A condição de grande potência resultará da capacidade do Brasil de sobreviver e desenvolver-se num sistema internacional competitivo, cujos fundamentos deverão ser os componentes não-militares da capacidade estratégica — principalmente a capacitação científico-tecnológica. Em conseqüência, o esforço nacional deverá ser aplicado nesse sentido, não privilegiando necessariamente a P&D militar. Não há dúvida de que os principais programas militares deverão ter continuidade até a sua conclusão, mas as perspectivas da P&D militar no campo das tecnologias avançadas deverão ser limitadas, já que a tendência é para dotar a P&D civil da capacidade de administrar programas tecnológicos dessa natureza, com a mesma eficiência demonstrada no âmbito militar.
As dificuldades encontradas no desenvolvimento dos programas militares podem ser reduzidas se o desenvolvimento de tecnologias de ponta não estiver militarizado. Isso, no entanto, não significa a exclusão das Forças Armadas da pesquisa e desenvolvimento. Ao contrário, elas deverão continuar participando desse esforço, mas conscientes de que o prestígio do país, assim como o fortalecimento da sua capacidade estratégica, não decorrerá somente da eficácia da força militar, mas também (e principalmente) do grau de competitividade do Brasil no sistema internacional. Será forte o país que for competitivo. E os fundamentos da competição não são militares, assim como não é predominantemente militar a finalidade da ciência e tecnologia de um país desenvolvido, industrializado e competitivo.

Geraldo L. Cavagnari, 1993.

• Programas de pesquisa em áreas aplicadas como eletrônica, novos materiais, bioquímica e outras só devem ser instituídos em associação com parceiros na indústria, que devem estar envolvidos desde o primeiro momento da definição de objetivos e contribuir com sua parcela de recursos. Estes programas devem estar

sujeitos a avaliações externas e periódicas de viabilidade econômica, gerencial e científica.

• Novos parceiros devem ser buscados e trazidos para o âmbito de projetos de desenvolvimento local e regional. Entre eles, as administrações municipais e estaduais, instituições financeiras públicas e privadas, bancos de desenvolvimento e comerciais, associações empresariais, universidades e escolas técnicas.

Educação

O maior desafio da ciência e tecnologia brasileira nos próximos anos serão a disseminação horizontal da capacidade de inovação no setor produtivo como um todo e a elevação do nível educacional da população. Enquanto isso não for feito, o sistema de C&T continuará restrito a um pequeno segmento do país e da economia, e condenado a receber pouco reconhecimento e recursos.

As políticas de ciência e tecnologia não podem esperar pela reforma educacional, e tampouco terão êxito se não forem acompanhadas de profundas transformações no sistema educacional. Estas incluem a ampliação do acesso a oportunidades educacionais, a melhoria da qualidade do ensino básico e secundário, o fortalecimento da educação técnica e a diversificação e o melhor uso dos recursos públicos alocados ao ensino superior. As questões de política educacional extrapolam o escopo deste documento, mas alguns temas devem ser salientados, dadas as interrelações existentes entre o setor educacional e o de C&T:

Educação técnica. O Brasil tem mantido grande distância entre as profissões universitárias, incluindo a engenharia, e as profissões técnicas de nível médio. As carreiras universitárias são oferecidas pelas universidades e escolas superiores e as técnicas, por uma variedade de escolas técnicas federais e estaduais, além das que são mantidas pela indústria e pelo comércio (Senai e Senac). Tanto a indústria quanto o setor de serviços contemporâneos se caracterizam pelo uso cada vez mais intensivo do conhecimento. Isso exige o desenvolvimento de qualificações básicas e genéricas dos técnicos e uma maior aproximação entre os cursos de formação superior e o sistema produtivo (Castro & Oliveira, 1993) (quadro 15). O Brasil não acompanhou a tendência mundial de desenvolver uma grande variedade de cursos pós-secundários de curta duração como alternativa à educação superior convencional. A expansão da educação pós-secundária de tipo técnico, com laços estreitos com a indústria, deve-se tornar uma tarefa central das universidades públicas e governos estaduais. Embora seja mais difícil no início, essa nova ênfase pode se revelar muito mais proveitosa do que a simples expansão do turno noturno para cursos superiores (tornada recentemente obrigatória para todas as universidades públicas), e muito mais realista

em termos orçamentários do que a multiplicação, que tem sido proposta, das escolas técnicas federais administradas pelo Ministério da Educação.

Quadro 15

Estratégias de desenvolvimento de recursos humanos na Coréia do Sul

Como parte de seu processo de reconversão industrial, incrementado a partir dos anos 60, a Coréia do Sul desenvolveu um maciço esforço nas áreas de educação, ciência e tecnologia. Além do esforço quantitativo, merecem destaque algumas estratégias de desenvolvimento de recursos humanos voltadas explicitamente para o estabelecimento de pontes entre o mundo da formação e o mundo da produção:

❑ Programas de desenvolvimento institucional de médio prazo. Universidades, professores e centros de pesquisa recebiam apoio para projetos de cinco a seis anos, tempo considerado necessário para a formação de um grupo de doutorandos.

❑ Cientistas de renome eram fortemente desencorajados de emprestar seu nome para engordar o *curriculum vitae* de projetos. Quem dava o nome tinha que se comprometer a participar ativamente. Com isso foram abertos espaços para que jovens cientistas liderassem importantes projetos.

❑ Cientistas e engenheiros eram enviados sistematicamente para cursos de curta duração no exterior, em áreas estratégicas. Em geral os cursos eram de dois meses, mas os alunos recebiam bolsa para quatro meses. Durante o curso tinham que negociar com seus professores estágios em empresas européias, para absorverem tecnologia.

❑ Um excelente pesquisador tinha dificuldades de relacionar-se com o setor produtivo. Foi-lhe oferecida uma pequena verba para promover um almoço mensal com líderes empresariais, quando se discutiam questões de interação de ciência com tecnologia.

C. M. Castro & J. B. Oliveira, 1992.

Extensão e educação continuada. Instituições de pesquisa, especialmente as universitárias, devem ser incentivadas a se envolver mais intensamente com atividades de extensão e de educação continuada. Uma atividade importante nesse contexto é a tradução sistemática para o português e a reelaboração de livros-texto de educação científica e documentos de engenharia (manuais, normas técnicas, manuais operacionais para técnicos qualificados), de uso geral na indústria e no ensino profissional. Essas atividades já ocorrem em algumas instituições, mas são geralmente consideradas de pouco prestígio e tidas como incompatíveis com a excelência acadêmica. Isso não tem que ser assim. Centros de pesquisa de alta qualidade podem captar mais recursos,

aumentar sua relevância e envolver maior número de pessoas através de atividades de extensão. Instituições que têm pouco a oferecer em termos de pesquisa (como as escolas isoladas de ensino superior) podem ganhar mais força e reconhecimento, além de oferecer a seus estudantes importantes oportunidades de treinamento e formação prática. Como muitas dessas atividades podem ser pagas pelos usuários, elas não requerem recursos adicionais de monta, embora devam existir mecanismos para premiar, incentivar e reconhecer o mérito desse tipo de trabalho.

Ensino de ciência e tecnologia. Os programas universitários de pós-graduação devem assumir maior responsabilidade em relação aos cursos de graduação. A atual estrutura departamental das universidades tende a deixar os cursos de graduação sem liderança intelectual, e o ensino de graduação é visto muitas vezes como uma sobrecarga para os professores mais comprometidos com a pós-graduação e a pesquisa. Devem existir incentivos para estimular professores-pesquisadores a se envolverem mais com o ensino de graduação, apoiando a elaboração de livros-texto, envolvendo alunos de graduação nas atividades de pesquisa e contribuindo para a melhoria dos currículos. O volume de bolsas de iniciação científica deve ser ampliado, e o envolvimento dos cursos pós-graduados com o ensino de graduação deveria ser incluído pela Capes entre seus critérios de avaliação.

Educação geral. A maioria dos cursos de graduação no Brasil, como em outros países, cobre áreas como administração, letras, ciências sociais e humanidades. Esses cursos podem ser considerados de "educação geral", pois envolvem pouco conhecimento especializado e buscam oferecer ao estudante um amplo espectro de disciplinas culturais, sociais e históricas. Até pouco tempo atrás, havia a tendência de se considerar os cursos dessas áreas *soft* como uma perda de tempo e recursos, a partir da premissa de que não contribuíam diretamente para a produção. Hoje está claro, no entanto, que a formação geral e as habilitações sociais e culturais são componentes centrais das economias e sociedades modernas, caracterizadas pelo intenso fluxo de informação e comunicação, pela expansão contínua dos serviços e por um ambiente econômico e social em constante processo de mudança. O quadro de negligência em relação a estas áreas precisa ser revertido, através do envolvimento mais efetivo dos professores de pós-graduação e pesquisadores na elevação da qualidade da educação geral oferecida nos níveis secundário e de graduação, através da produção de textos de boa qualidade, do desenvolvimento de currículos e de métodos de ensino. Mais uma vez, mecanismos adequados precisam ser criados para tornar essas atividades mais reconhecidas do que têm sido até agora.

Ensino a distância. As modernas tecnologias para o aprendizado a distância não têm sido adotadas no Brasil, exceto por algumas experiências isoladas em educação básica. Um esforço sistemático de incorporação da experiência internacional

deve ser feito, e algumas universidades devem ser encorajadas a iniciar projetos pilotos usando os novos instrumentos disponíveis, que vão do computador ao correio eletrônico.

Infra-estrutura para disseminação de conhecimento e informação

Precisam ser desenvolvidos modos novos e sistemáticos de incorporação da tecnologia no processo industrial, com forte ênfase na disseminação de normas e especificações, no acesso à informação e nos mecanismos de transferência tecnológica e de melhoria da qualidade. O Brasil dispõe de uma série de instituições para essas tarefas, tais como o Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro), o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi) e o Instituto Brasileiro de Informações Científicas e Tecnológicas (Ibict). Essas instituições têm, entretanto, ocupado um espaço intermediário entre os pesquisadores das instituições acadêmicas e o setor produtivo, que tendem seja a ter suas próprias fontes de informação no país e no exterior, seja a não fazer uso delas, por se encontrarem em um ambiente protegido. Na falta de uma interação mais significativa com aqueles que deveriam ser seus usuários, os institutos de metrologia, normatização e informação científica correm o risco de se enrijecer e burocratizar, enfraquecendo ainda mais os seus vínculos com os setores científico e produtivo.

O encaminhamento desse problema requer uma participação muito mais intensa dos usuários finais na definição de objetivos e formas de funcionamento dessas instituições. É necessário que se monte uma infra-estrutura de conhecimento e informação bem organizada e financiada, para assegurar aos cientistas e técnicos o acesso direto às bibliotecas e coleções de dados no país e no exterior, fazendo uso dos recursos mais recentes de comunicação eletrônica e redes. É necessário tornar essas conexões mais facilmente utilizáveis, mais transparentes e de uso mais efetivo para o pesquisador individual, criando-se os meios para trazer dados e documentos para sua mesa de trabalho. Faz-se necessária uma política coerente para criar, manter e expandir esses recursos de informação que deve se basear na capacitação já desenvolvida pela Fapesp, pelo Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada e por outras instituições já atuantes nesse campo.

Reforma institucional

Para que tais políticas possam ser implementadas, as agências federais de gestão de C&T precisam se tornar menores, mais flexíveis e eficientes. Em geral, elas são consideradas mais eficientes e menos afetadas pelo clientelismo político e pelo formalismo burocrático do que a maioria dos órgãos públicos brasileiros. Entretanto, com raras exceções, a avaliação geral das principais agências governamentais para C&T não é muito boa. O CNPq se transformou numa grande burocracia, passando de 1.502 funcionários em 1988 para 2.527 em 1992, a metade dos quais

sem nível superior (Barbieri, 1993: tabela 2). Suas despesas administrativas variaram enormemente ao longo dos anos, e a maior parte de seus recursos é hoje gasta com bolsas de estudo. Pesquisadores e bolsistas reclamam das dificuldades de obter informação e de receber os recursos em dia. O CNPq nunca chegou a instituir um sistema competente de informação sobre suas próprias atividades, nem de acompanhamento e avaliação de resultados das pesquisas e bolsas de pós-graduação que financia. A Finep também expandiu sua burocracia para cerca de 700 funcionários, ao mesmo tempo em que seus recursos declinavam (Frischtak [coord.], 1993). Não há datas preestabelecidas para a apresentação e o julgamento de projetos, e nem se divulga o que foi selecionado e está sendo apoiado. Como a Finep não usa sistematicamente a avaliação por pares, não há tampouco informação sobre como essas decisões são tomadas. Tanto no caso do CNPq como no da Finep, esses problemas se ampliaram com as incertezas orçamentárias. As agências não sabem que montante de recursos vão ter, nem quando os receberão. Com isso, suas decisões são freqüentemente tomadas a partir de expectativas que não se concretizam. Finalmente, essas agências não institucionalizaram procedimentos adequados para o recebimento de projetos em valores constantes, e para proteger os recursos concedidos da inflação. Por isso, quando um projeto é finalmente aprovado, o seu valor já está significativamente abaixo do que foi proposto, e mais desvalorizado ainda quando o dinheiro é recebido e gasto.

Em contraste, a Fapesp, no estado de São Paulo, e a Capes, no Ministério da Educação, são consideradas casos de sucesso. A Fapesp age quase que exclusivamente através da avaliação por pares. Seu quadro administrativo é pequeno e a comunicação com candidatos é muito eficiente. Os auxílios que concede são integralmente corrigidos pela inflação e possui procedimentos de acompanhamento e avaliação bem-desenhados (quadro 16). A Capes passa por algumas dificuldades decorrentes de sua inserção no Ministério da Educação, mas estabeleceu uma tradição de avaliação por pares, seus dirigentes têm sido sempre recrutados entre pessoas com boa estatura acadêmica e sua burocracia se manteve pequena.

Estas experiências fornecem uma base para as seguintes sugestões para uma reforma institucional:

- O Ministério da Ciência e Tecnologia deve limitar seu papel às matérias de formulação de políticas, financiamento e avaliação, excluindo de sua administração direta a implementação de atividades de P&D. Embora não haja dúvida de que uma posição de nível ministerial seja necessária para a área de ciência e tecnologia, a existência de um ministério formalmente constituído, com todos os seus custos institucionais e vulnerabilidade ao clientelismo político, é uma questão que merece ser reexaminada.

- O atual sistema de instituições federais para o financiamento da ciência e tecnologia deve ser avaliado em termos de sua capacidade de exercer as funções de que o setor necessita: apoio à ciência básica, apoio a projetos aplicados, conces-

são de grandes e pequenos recursos para pesquisa, bolsas e programas de treinamento, informação científica e normatização, entre outras. O Brasil precisa de uma agência federal para prover financiamentos de grande porte e de longo prazo para instituições e projetos cooperativos, um papel que foi cumprido no passado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e administrado pela Finep. Se tais recursos devem voltar a ser administrados pela Finep, pelo CNPq ou por uma nova agência, é uma questão que deve ser examinada como parte de uma revisão mais ampla dos papéis, áreas de jurisdição e competência das agências existentes.

Tabela 3
CNPq, orçamento segundo as principais linhas de ação, 1980-92
(Em US$ milhões de 1992)[1]

Anos	Bolsas	Auxílios[2]	Institutos	Administração	Outros[3]	Total
1980	42.252,3	23.166,3	26.233,9	40.598,9	4.243,2	136.494,6
1981	46.567,7	21.815,5	29.577,7	41.837,5	2.420,1	142.198,5
1982	72.396,3	37.793,5	34.489,4	35.032,4	2.265,8	181.977,4
1983	68.137,6	28.106,6	26.949,6	28.769,8	3.194,6	155.158,2
1984	61.400,8	21.521,1	23.092,8	37.682,4	5.034,5	148.731,6
1985	88.153,1	41.517,0	33.141,5	33.631,7	5.212,8	201.656,1
1986	94.630,1	50.996,2	35.497,9	27.931,3	7.552,3	216.607,8
1987	184.069,4	48.886,4	57.739,4	63.729,7	4.416,3	358.841,2
1988	238.004,4	46.552,1	49.322,2	47.281,9	4.415,3	385.575,9
1989	236.143,1	33.570,1	85.569,2	48.693,0	22.732,4	426.707,8
1990	178.339,5	41.672,8	50.529,1	36.513,3	14.684,5	321.739,2
1991	232.440,4	19.884,0	30.838,3	26.361,2	14.907,9	324.431,8
1992	193.820,4	7.635,8	30.655,5	17.362,2	10.603,2	260.077,1

Fonte: CNPq. *Informe Estatístico*, Brasília, *4*(2), abr. 1993. p. 13.
[1] Valores deflacionados pelo IGP-DI da Fundação Getulio Vargas e convertidos em dólar pela taxa média dos dias úteis de 1992.
[2] Inclui programas especiais de fomento.
[3] Amortizações de encargos de financiamento, auxílio ao servidor público, pessoal à disposição de outros órgãos, auxílio creche, vale refeição e vale transporte.

• As agências de financiamento devem ser organizadas como empresas públicas, livres de formalismos e entraves burocráticos. Elas devem ser sujeitas a limitações explícitas quanto ao percentual de seus recursos que podem ser gastos com administração interna e devem também ser supervisionadas por conselhos de alto

nível, compostos de representantes da comunidade científica, educadores, empresários e autoridades governamentais. Devem, por fim, basear suas decisões em avaliações externas e limitar suas burocracias ao mínimo indispensável.

Quadro 16
O Modelo Fapesp

Três aspectos relevantes marcam o "modelo Fapesp". O primeiro é a fonte de recursos. Foi fixado para a Fapesp 0,5% da receita do estado. A Constituição de 1988 elevou o percentual mínimo legal para 1%, deduzidos os 25% do ICM transferidos aos municípios, e determinou que a dotação fosse calculada sobre a arrecadação de cada mês e transferida no mês seguinte. Completa esta fonte primária de recursos a formação de um patrimônio próprio, que por vezes permite que os investimentos em bolsas e auxílios ultrapassem o valor da transferência do Tesouro.

O segundo aspecto refere-se à sua vinculação institucional e relativa independência em face de flutuações políticas. A Fapesp é orientada em termos de política administrativa, científica e patrimonial a partir de seu Conselho Superior (CS), formado de 12 membros com mandatos de seis anos. Seis membros são livremente escolhidos pelo governador, que também escolhe os outros seis membros a partir de listas tríplices apresentadas pela USP (4) e institutos de pesquisa (2). O presidente e o vice-presidente do CS são também indicados pelo governador. Na prática, no entanto, é a própria comunidade científica quem indica os nomes para a deliberação do governador, em todos os casos.

O terceiro aspecto são as ações de fomento, dirigidas a pessoas físicas (raramente são atendidas instituições) que possuem vínculo empregatício no estado de São Paulo. A proposta de projeto é apresentada à Fapesp, que concede ou não o apoio, dependendo do parecer de consultores especializados, convocados na comunidade científica. Tais consultores, com identidade não revelada ao candidato, fazem um acompanhamento sistemático da execução do projeto, podendo julgar pela suspensão do apoio. Via de regra, o parecer do consultor é acatado pela Diretoria Científica, que garante, assim, a total imparcialidade do sistema.

Apesar das atividades da Fapesp estarem predominantemente voltadas para bolsas e auxílios individuais, existem 56 projetos institucionais que somam US$4,5 milhões, além de 119 bolsas de estudo ligadas a esses projetos. Ademais, existem os chamados "projetos especiais", que, entre 1963 e 1989, somaram 94. Em 1990 esses projetos foram substituídos pela modalidade de projetos temáticos ou de equipe, que somaram, até o final de 1991, 87 projetos.

Milton Campanário & Neusa Serra, 1993.

• As instituições de pesquisa e as universidades públicas não devem ser administradas como parte da burocracia governamental. Elas precisam dispor da flexibilidade necessária para definir suas prioridades, buscar recursos em diferentes fontes públicas e privadas e adotar suas próprias políticas de pessoal. Enquanto isso não for mudado, existe sempre a alternativa de se desenvolverem instituições híbridas que disponham de mecanismos flexíveis coexistindo com os procedimentos mais rígidos (a comunidade acadêmica brasileira já tem alguma experiência com esses arranjos institucionais). As universidades precisam desenvolver condições mais propícias a atividades interdisciplinares (de ensino e pesquisa) em novas áreas, como biotecnologia ou inteligência artificial (Carvalho, 1993; Silva, 1993).

• Nenhuma instituição científica que receba recursos públicos, assim como nenhum programa governamental que ofereça bolsas, apoio institucional e outros recursos para o setor de C&T, deve ser isenta de sistemas explícitos de avaliação por pares, combinados, quando necessário, com outros tipos de avaliações econômicas, sociais e estratégicas. A avaliação por pares deve ser fortalecida pelo governo federal, liberada da influência de grupos de interesse regionais e profissionais, e adquirir uma forte dimensão internacional (por exemplo, os projetos de pesquisa podem ser facilmente distribuídos a pareceristas estrangeiros pelo correio eletrônico).

• Cabe ao Ministério da Ciência e Tecnologia estimular essas reformas nos outros segmentos do governo federal. O Ministério da Educação deve assumir um papel particularmente importante na manutenção da qualidade e da autonomia dos grupos de pesquisa nas universidades federais.

• Cabe também ao Ministério da Ciência e Tecnologia, em cooperação com os ministérios da Fazenda e das Relações Exteriores, manter abertos os canais de cooperação entre o Brasil, as agências e instituições internacionais e a comunidade científica internacional. O Banco Mundial, o Banco Interamericano de Desenvolvimento e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento já vêm desempenhando um papel importante ao prover recursos para investimentos de capital e financiar a pesquisa e o desenvolvimento institucional de instituições brasileiras. Essa presença deve ser mantida não só por causa dos recursos envolvidos, mas pelo que ela traz em termos de capacitação e de perspectivas internacionais. No futuro, essas agências podem ser de grande ajuda em um processo de reforma institucional. Em geral, a cooperação entre cientistas, instituições de pesquisa e fundações privadas em diferentes países se estabelece diretamente e precisa do apoio, mas não da interferência, das agências governamentais.

Projetos setoriais

As amplas mudanças sugeridas neste documento não excluem a adoção de projetos bem-delineados que articulem a ciência e a tecnologia com o setor produtivo, que busquem o fortalecimento de algumas áreas ou de algumas linhas de trabalho específicas das ciências naturais e sociais, ou o desenvolvimento de instrumentos de difusão e formação em C&T, entre outros objetivos. Exemplos específicos são apresentados nas análises setoriais preparadas para este estudo, e deverão ressurgir no momento das decisões. É necessário desenvolver uma lista das principais áreas de competência e relevância social que deverão ser objeto de futuros investimentos; das áreas que deveriam ser reduzidas, ou desativadas; e identificar as principais debilidades e lacunas que necessitam ser apoiadas e fortalecidas. Dois princípios bastante amplos devem presidir este processo de tomada de decisões:

• Seria irrealista esperar que a ciência e a tecnologia aumentem sua relevância em um país periférico, se forem abandonadas aos mecanismos competitivos usuais do mercado econômico e do campo científico. A C&T, como se sabe, tende a se distribuir de forma desequilibrada em qualquer área do conhecimento ou região geográfica. A atual globalização das comunicações e do comércio tem levado a uma concentração ainda maior do conhecimento, da capacitação e dos recursos técnicos. Essas tendências devem ser compensadas por políticas que ampliem a educação geral e técnica, dêem flexibilidade e cobrem responsabilidade às instituições de ensino superior e pesquisa financiadas com recursos públicos, e introduzam padrões de qualidade. A tendência à concentração não será interrompida por políticas de isolamento e auto-suficiência, ou de subsídio a instituições e grupos de pesquisa de má qualidade. Mas não se trata de um jogo de soma zero. À medida que o mundo se torna mais integrado, que a informação circula e a base do conhecimento cresce, surgem novas oportunidades a serem aproveitadas. Para que isso seja possível, as oportunidades precisam ser adequadamente percebidas e compreendidas, e os investimentos em educação precisam também existir.

• O Brasil tem tido alguma experiência com programas integrados em áreas de interesse como doenças tropicais, recursos naturais, energia e computação (quadro 17). O PADCT tem seguido um padrão similar, quando seleciona poucas áreas para apoiar e define o apoio em termos de percentuais de seu orçamento. Idealmente, um programa integrado deve ter recursos para apoiar uma combinação de atividades de pesquisa básica e aplicada, de formação pós-graduada e treinamento. Para as áreas selecionadas, os benefícios de programas integrados parecem óbvios, porque garantem recursos e permitem maior integração e coerência da pesquisa básica e aplicada com a formação na área. Entretanto, os programas integrados correm três riscos que precisam ser evitados. Primeiro, o risco de isolamento. Assim como com os projetos aplicados, os programas integrados precisam de parceiros externos bem-definidos e ativos, fora do setor de pesquisa e ensino — sejam eles o Ministério da Saúde, a indústria eletrônica, as estatais ou concessionárias de serviços públicos. Em áreas economicamente relevantes, esses programas devem estar vinculados a políticas industriais específicas e envolver a participação de líderes empresariais. Quando essas condições não estão

Quadro 17
Projeto orientado: Desenvolvimento Estratégico da Informática

O projeto Desi (Desenvolvimento Estratégico da Informática) é conduzido em parceria pelo CNPq (Diretoria de Projetos Especiais) e pelo Pnud. Este programa combina projetos surgidos espontaneamente da comunidade científica de computação com um projeto indutor que pretende estimular o surgimento de uma indústria nacional de *software* voltada para a exportação e a implantação de uma infra-estrutura nacional de comunicação e computação.
O projeto Desi é composto de três projetos: a RNP, o Protem e o Softex. A RNP — Rede Nacional de Pesquisa — é uma infra-estrutura computacional baseada na tecnologia de redes de computadores que pretende interligar toda a comunidade de pesquisa científica e tecnológica do país e interligar esta comunidade à comunidade científica internacional. O Protem — Programa Temático Multiinstitucional — é uma iniciativa originária do Comitê Assessor do CNPq motivada pela falta de mecanismos semelhantes ao PADCT para a área de informática no Brasil. O CNPq fez um pequeno investimento inicial que permitiu que as principais instituições de pesquisa em computação no Brasil se associassem em torno de temas estratégicos de pesquisa na área e propusessem mais de 100 projetos cooperativos. Se implementado de acordo com a sua concepção original, o Protem pode mudar o patamar de qualidade da pesquisa na área no país. O Softex foi motivado pelo reconhecimento de que a exportação de *software* pode vir a ser uma atividade estratégica para o país. Além de dar assistência de maneiras variadas ao atual e ao potencial produtor de *software* sobre como alcançar competitividade no mercado internacional, o Softex se propõe a apoiar diversos núcleos municipais nos quais as indústrias de *software* locais poderão buscar tecnologias atuais de desenvolvimento e interação com universidades e institutos de pesquisa.
O projeto Desi integrou os três subprojetos para, no prazo de três anos e com um orçamento de US$27 milhões, produzir o seguinte resultado. A pesquisa em computação alavancada pelo projeto Protem ampliaria a potencialidade de cooperação da universidade com a indústria e os núcleos municipais (total previsto de 13), localizados onde as atividades de pesquisa e as atividades industriais são intensas no país. Estes funcionariam como integradores de ações entre a universidade e a indústria. A infra-estrutura suprida pela RNP viabilizaria a interação entre universidades e entre a universidade e a indústria em projetos cooperativos.

Extraído de Carlos J. P. de Lucena, 1993.

presentes, os resultados do projeto integrado correm o risco de não serem usados e o esforço pode ser desperdiçado. Segundo, existe sempre a tentação de distribuir os recursos de P&D arbitrariamente entre os programas, criando-se desequilíbrios injustificados. Terceiro, os projetos integrados correm o risco de dispensar a avaliação por pares e de proteger excessivamente alguns poucos grupos e centros de pesquisa, descuidando da excelência em favor de temas e problemas dados como prioritários. Se essas dificuldades são levadas em consideração — se há parceiros na indústria e no governo, se não há distribuição arbitrária de recursos e se são mantidos procedimentos de avaliação por pares — os programas integrados podem se constituir em poderosos instrumentos para alavancar a capacidade de C&T do país.

7. Conclusão

A pluralidade e a complexidade da ciência e da tecnologia modernas requerem que as instituições de pesquisa nas universidades, no governo e no setor privado se engagem numa pluralidade de ações, que vão da ciência básica à aplicada, da pós-graduação às atividades de extensão e formação de professores. As instituições de C&T devem ser incentivadas a diversificar suas fontes de recursos no governo, no setor privado, nas fundações sem fins lucrativos e, inclusive, entre clientes e alunos pagantes. Especializações vão ocorrer e são necessárias, mas devem emergir da combinação de incentivos externos com vocações internas. A pesquisa e o desenvolvimento científico, para permanecerem vivos, precisam se dar num ambiente altamente dinâmico, competitivo e internacionalizado de distribuição de recursos, prestígio e reconhecimento. Por fim, cabe aos cientistas e pesquisadores mais qualificados e competentes o papel de empresários deste empreendimento que é a construção do conhecimento.

Trabalhos realizados para este estudo

Estudos gerais:

Branscomb, L. *U. S. Science and technology policy: issues for the 1990s.* 1993. (Lewis M. Branscomb, diretor de Ciência, Tecnologia e Política Pública, Center for Science and International Affairs, Harvard University.)

Brisolla, S. *Indicadores quantitativos de ciência e tecnologia no Brasil.* 1993. (Sandra Brisolla, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.)

Castro, C. M. & Oliveira, J. B. *Os recursos humanos para a ciência e tecnologia.* 1992. (Cláudio de Moura Castro e João Batista Araujo e Oliveira, International Labor Organization, atualmente no Banco Mundial.)

Ferné, G. *Science & Technology in the new world order.* 1993. (Georges Ferné, Organization of Economic Cooperation and Development, Paris.)

Guimarães, E. A. *A política científica e tecnológica e as necessidades do setor produtivo.* 1993. (Eduardo Augusto Guimarães, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro.)

Schott, T. *Performance, specialization and international integration of science in Brazil: changes and comparisons with other Latin American countries and Israel.* 1993. (Thomas Schott, Departamento de Sociologia, University of Pittsburgh.)

Skolnikoff, E. *U. S. Science and technology policy: the effects of a changing international environment.* 1993. (Eugene B. Skolnikoff, Massachusetts Institute of Technology, Boston.)

Ciências básicas e aplicadas:

Azevedo, J. *Agricultura.* 1993. (João Lúcio Azevedo, Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.)

Carneiro Júnior, S. *O estado atual e potencialidades do ensino de pós-graduação e da pesquisa em engenharia no Brasil.* 1993. (Sandoval Carneiro Júnior, Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro.)

Carvalho, A. *Biotecnologia.* 1993. (Antônio Paes de Carvalho, Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Fundação Bio-Rio.)

Cavagnari, G. *P&D militar: situação, avaliação e perspectivas.* 1993. (Geraldo L. Cavagnari, Núcleo de Estudos Estratégicos, Universidade Estadual de Campinas.)

Cordani, U. *Geociências.* 1993. (Umberto Cordani, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.)

Dietrich, S. *Botânica, genética e zoologia.* 1993. (Sônia M. C. Dietrich, Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.)

Lucena, C. *A situação atual e o potencial da área de computação no Brasil.* 1993. (Carlos J. P. de Lucena, Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.)

Paiva, A. *Physiological sciences.* 1993. (Antônio C. M. Paiva, Instituto de Biofísica, Escola Paulista de Medicina.)

Ramos, O. L. *Área da saúde.* 1993. (Oswaldo Luiz Ramos, Escola Paulista de Medicina.)

Reis, F. *A avaliação das ciências sociais.* 1993. (Fábio Wanderley Reis, Universidade Federal de Minas Gerais.)

Rezende, S. Avaliação da área e proposições para a física no Brasil. 1993. (Sérgio Rezende, Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco.)

Riveros, J. *Uma visão atual da química no Brasil.* 1993. (José M. Riveros, Universidade de São Paulo.)

Silva, W. S. *A pesquisa em inteligência artificial, seus antecedentes intelectuais e suas características locais.* 1993. (Walzi Sampaio da Silva, Universidade Federal Fluminense.)

Tecnologia e indústria:

Castro, N. A. *Impactos sociais das mudanças tecnológicas: organização industrial e mercado de trabalho.* 1993. (Nadya Araujo Castro, Universidade Federal da Bahia e Cebrap.)

Goldemberg, J. *Tecnologia, política energética e meio ambiente.* 1993. (José Goldemberg, Universidade de São Paulo.)

Kupfer, D. *Política de qualidade no início da década de 90.* 1993. (David Kupfer, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro.)

Pereira, L. *Sistema de propriedade industrial no contexto internacional.* 1993. (Lia Valls Pereira, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.)

Tigre, P. *Liberalização e capacitação tecnológica: o caso da informática pós-reserva de mercado no Brasil.* 1993. (Paulo Bastos Tigre, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro.)

Verulm, R. *O setor de bens de capital no Brasil.* 1993. (Roberto Verulm, Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo.)

Aspectos institucionais:

Barbieri, J. *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.* 1993. (José Carlos Barbieri, Fundação Getulio Vargas.)

Campanário, J. & Serra, N. *Sistema Estadual de Ciência e Tecnologia (São Paulo).* 1993. (Milton A. Campanário e Neusa Serra.)

Erber, F. & Amaral, L. *Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos.* 1993. (Fábio S. Erber, BNDES e FEA/USP; e Leda U. Amaral, Eletrobrás.)

Guimarães, R. *FNDCT — uma nova missão.* 1993a. (Reinaldo Guimarães, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.)

Stemmer, C. *Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico — PADCT.* 1993. (Caspar Erich Stemmer, Universidade Federal de Santa Catarina.)

Referências bibliográficas

Abramovitz, A. Catching up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History, 46*(2): 386-406, June 1986.

Albrow, M. & King, Elizabeth (orgs). *Globalization, knowledge and society.* London, Sage, 1990. (Edição especial de *International Sociology.*)

Botelho, A. J. J. The Brazilian Society for the Progress of Science and the professionalization of Brazilian scientists (1948-1960). *Social Studies of Science, 20,* 473-502, 1990.

———. *Comunidade científica e adaptação política: a comunidade científica brasileira e a transição democrática.* Paper apresentado no colóquio sobre Comunidade Científica e Poder. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, maio 1992.

Castro, C. de Moura. Há produção científica no Brasil? In: Schwartzman, S. & Castro, C. M. *Pesquisa universitária em questão.* Campinas, Unicamp, São Paulo, Ícone, Brasília, CNPq, 1986. p. 190-224.

Castro, M. Helena de Magalhães. O Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. 1993. In: Marcovitch, Jacques (ed.). *Estudos analíticos do setor de ciência e tecnologia,* a sair.

Coutinho, L. G. & Suzigan, W. (orgs.) *Desenvolvimento tecnológico da indústria e a constituição de um sistema nacional de inovação no Brasil.* Convênio Unicamp/IPT, relatório síntese (a sair).

David, P. *Knowledge, property and the system dynamics of technological change.* Washington, Apr./May 1992. (Paper preparado para a Conferência Anual do Banco Mundial sobre Economia do Desenvolvimento.)

De Meis, L. & Longo, P. H. The training of Brazilian biochemists in Brazil and in developed countries: costs and benefits. *Biochemical Education, 18*: 182-8, 1990.

Durham, E. Uma política para o ensino superior. Núcleo de Pesquisas sobre o Ensino Superior, Universidade de São Paulo (Nupes/USP), 1993. (Documento de Trabalho, 2/93.)

Faria, V. Mudanças na composição do emprego e na estrutura das ocupações. In: Bacha, E. & Klein, H. S. *A transição incompleta.* Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1986. v. 1, p. 75-108.

Featherstone, M. (org.). *Global culture.* London, Sage. 1992. (1990, edição especial de *Theory, Culture and Society.*)

Frischtak, C. (coord.) *Financiamento público para a ciência e tecnologia no Brasil: a experiência da Finep.* Rio de Janeiro, Consultoria Internacional de Negócios Ltda., 1993. mimeog.

——— & Guimarães, E. A. *O sistema nacional de inovação.* São Paulo, maio 1993. (Paper preparado para o V Fórum Nacional.)

Gaetani, F. & Schwartzman, J. *Indicadores de produtividade em universidades federais.* Universidade de São Paulo, Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior (Nupes/USP), 1991. (Documento de Trabalho, 1/91.)

Goldemberg, J. *Relatório sobre a educação no Brasil.* São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, 1993b. (Coleção Documentos.)

Guimarães, E. A. *A política industrial do governo Collor: uma sistematização.* Rio de Janeiro, Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior, set. 1992. (Texto para Discussão, 72.)

Guimarães, R. *O fomento nos anos 90: possibilidades e requisitos.* Universidade Estadual do Rio de Janeiro, texto preparado para o simpósio Retomada do Fomento: Voltar aos Anos 70?, 45ª Reunião Anual da SBPC, Recife, jul. 1993b.

Malavolta, E. As ciências agrícolas no Brasil. In: Ferri, M. G. & Motoyama, S. (coords.). *História das ciências no Brasil.* São Paulo, USP, 1986. p.105-49.

Martins, G. M. & Queiroz, R. O perfil do pesquisador brasileiro. *Revista Brasileira de Tecnologia, 18*(6), set. 1987.

Nelson, R. & Wright, G. The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective. *Journal of Economic Literature, 30*: 1.931-64, Dec. 1992.

Nussenzveig, M. Entidades de pesquisa associadas. *Ciência e Cultura,* São Paulo, *39*(5-6): 454-58, maio/jun. 1987.

Paul, J. J. & Wolynec, E. *O custo do ensino superior nas universidades federais.* Universidade de São Paulo, Núcleo de Pesquisas Sobre Ensino Superior (Nupes/USP), 1990. (Documento de Trabalho, 11/90.)

Robertson, R. *Globalization, social theory and global culture.* London, Sage, 1992.

Sbragia, R. & Marcovitch, J. (eds.). Gestão da inovação tecnológica. 1992. Anais do XVII Simpósio Nacional de Gestão da Inovação Tecnológica. São Paulo, USP/FEA/IA/PACTo.

Schwartzman, J. *Universidades federais no Brasil: uma avaliação de suas trajetórias (décadas de 70 e 80).* Universidade de São Paulo, Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior (Nupes/USP), 1993. (Documento de Trabalho, 4/93.) 36p.

Schwartzman, S. *A space for science: the development of the scientific community in Brazil.* University Park, Penn., Pennsylvania State University Press, 1991.

——— & Balbachevsky, E. *A profissão acadêmica no Brasil.* Universidade de São Paulo, Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior (Nupes/USP), 1992. (Documento de Trabalho, 5/92.)

———; Durham, E. & Goldemberg, J. A educação no Brasil em uma perspectiva de transformação. Universidade de São Paulo, Núcleo de Pesquisas sobre o Ensino Superior (Nupes/USP), 1993. (Documento de Trabalho, 5/93; trabalho preparado para o Inter-American Dialogue.)

Science. A mixed report card for critical technology projects. In: Science in Europe, sessão especial de *Science, 260*: 1.736-38, June 18, 1993.

Secretaria de Ciência e Tecnologia. *A política brasileira de ciência e tecnologia 1990-1995.* Brasil, Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1990.

Skole & Tucker. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978-1988. *Science, 260*:1.905-10, June 25, 1993.

Vargas, José I. Discurso realizado por ocasião da reunião ministerial de 14 de junho de 1993, de apresentação do novo plano econômico do ministro Fernando Henrique Cardoso.

Vasconcelos, E. (ed.). *Gerenciamento da tecnologia: um instrumento de competitividade industrial.* São Paulo, Edgard Blücher, 1992.

Wallerstein, I. *Global geopolitics and global geoculture.* Cambridge, Cambridge University Press, Paris, Maison des Sciences de l'Homme, 1990.

Wolff, L. *Investment in science research and training: the case of Brazil and implications for other countries.* World Bank, Sept. 1991. (LATHR, 19.)

Nota do coordenador: Este é o documento-síntese do estudo sobre O Estado Atual e o Papel Futuro da Ciência e Tecnologia no Brasil, realizado pela Escola de Administração de Empresas da Fundação Getulio Vargas por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Banco Mundial, como parte do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas neste texto são de responsabilidade exclusiva dos autores.